

TRABAJO FIN DE GRADO. GRADO EN FISIOTERAPIA

CONSECUENCIAS PATOLÓGICAS DE LA LIMITACIÓN EN LA DORSIFLEXIÓN DE TOBILLO

CONSECUENCIAS PATOLÓXICAS DA LIMITACIÓN NA DORSIFLEXIÓN DO NOCELLO

PATHOLOGICAL CONSEQUENCES OF LIMITED ANKLE DORSIFLEXION

Revisión Bibliográfica

Junio de 2015

Nombre: Brandan Phillips Portasany

Tutora: Miriam Barcia Seoane

D.N.I.: 77402272 G

ÍNDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN	4
PALABRAS CLAVE	4
GLOSARIO DE TÉRMINOS	5
INTRODUCCIÓN	6
Tipo de trabajo:	6
Motivación personal y fundamentación para la elección del trabajo:	6
CONTEXTUALIZACIÓN DEL TRABAJO	7
Definición de la patología	7
Etiología y Factores de Riesgo:	8
Recuerdo Anatómico y Biomecánico:	9
Valoración:	11
Tratamientos Habituales:	12
OBJETIVOS	13
Objetivos específicos:	13
MATERIAL Y METODOS	13
Búsqueda mediante lenguaje natural	15
Búsqueda mediante palabras clave:	16
RESULTADOS	17
Retropié:	19
Tendinopatía Aquilea.	19
Enfermedad de Sever	20
Esguince de tobillo	20
Dedos del pie:	21
Rodilla:	21
Tendinopatía patelar	21
Lesión de Ligamento Cruzado Anterior	22
Dolor fémoro-patelar	23
Propiocepción:	24
DISCUSIÓN:	26
CONCLUSIÓN:	29
BIBLIOGRAFÍA	30

RESUMEN

Objetivos

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión de la literatura científica de cara a la identificación de las consecuencias patológicas fruto de la limitación en el ROM de DF de tobillo; tanto a nivel del complejo tobillo-pie como a niveles suprayacentes

Material y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos Medline y CINAHL acotando los resultados desde el año 2009 hasta la actualidad y en habla inglesa y española. Las palabras claves utilizadas han sido “ankle”, “ankle joint”, “dorsiflexion”, “range of motion”.

Resultados

Se obtiene un total de 21 resultados, de los cuales 8 corresponden a patologías del retropié, 6 a patología de rodilla, 1 de alteraciones en los dedos del pie y finalmente 6 de alteraciones propioceptivas.

La patología que ha obtenido mayores resultados en la búsqueda ha sido la tendinopatía aquilea (TA) con un total de 5 artículos.

Discusión/Conclusiones

La limitación en la DF de tobillo puede originar patología tanto a nivel del retropié como a nivel de rodilla y a su vez puede desencadenar alteraciones en la propiocepción que afecten tanto a nivel del complejo tobillo-pie como a MMII y tronco. A pesar de que varios resultados apoyan la existencia de un determinado rango de limitación de DF de tobillo como punto de cribado para la prevención de lesiones, no se ha podido llegar a un consenso claro.

PALABRAS CLAVE

- Ankle
- Ankle Joint
- Dorsiflexion
- Range Of Motion

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **ROM: rango de movimiento**
- **DF: dorsiflexión**
- **MMII: miembros inferiores**
- **MWM: movilización con movimiento**
- **TA: tendinopatía aquilea**
- **TP: tendinopatía rotuliana**
- **PFP: síndrome fémoro-patelar**
- **ABD: abducción**
- **ACL: ligamento cruzado anterior**
- **EMG: electromiografía**

INTRODUCCIÓN

Tipo de trabajo:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La revisión bibliográfica es un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea ésta clínica, docente, investigadora o de gestión. La naturaleza de la duda y, por tanto, de la pregunta que se hace el usuario condicionará el resultado de la revisión, tanto en el contenido de la información recuperada como en el tipo de documentos recuperados.[1]

Un artículo de revisión no es una publicación original y su finalidad es examinar la bibliografía publicada y situarla en cierta perspectiva. La revisión se puede reconocer como un estudio en sí mismo, en el cual el revisor tiene un interrogante, recoge datos (en la forma de artículos previos), los analiza y extrae una conclusión. La diferencia fundamental entre una revisión y un trabajo original o estudio primario, es la unidad de análisis, no los principios científicos que se aplican. [2]

Motivación personal y fundamentación para la elección del trabajo:

La movilidad articular no es una propiedad que se mantiene intacta durante toda la vida. Así pues, existen diferentes factores que influyen de forma fisiológica en el movimiento de una articulación. De hecho, la pérdida del rango articular es un factor que va *in crescendo* de forma natural con el paso de los años [3]

El hecho de presentar alguna limitación de movilidad no conlleva necesariamente al desarrollo de una patología, aunque sí que genera una adaptación del resto de los complejos articulares. En el caso del miembro inferior, cualquier restricción de movimiento, y concretamente generada sobre el pie, ocasiona una serie de adaptaciones fisiopatológicas que se transmiten en cadenas lesionales ascendentes provocando síntomas o signos cranealmente. Esta disfunción puede afectar a distintos elementos. [4]

El motivo de elección de este trabajo surgió durante la estancia clínica del último curso del presente año; más en concreto a mi paso por la Unidad de Tobillo-Pie del Hospital San Rafael, A Coruña. Fue allí donde pude observar que la limitación en la DF del tobillo era un denominador común en muchos de los pacientes, aunque con una clínica diferente en cada uno de ellos. Comencé a realizar una búsqueda sobre el tema y llegué a la conclusión de que no existía una revisión bibliográfica publicada donde se englobasen las principales consecuencias de esta limitación en la movilidad del tobillo; a pesar de los muchos artículos publicados en relación a la misma. Fue por ello que decidí tomar el rol principal y realizar yo mismo dicha revisión bibliográfica.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL TRABAJO

Definición de la patología

Según la definición del Medical Subject Headings, el rango de movilidad o ROM se define como la distancia y la dirección a la que una articulación puede moverse. En este caso, hablamos del rango de movilidad de la articulación del tobillo o articulación tibioperonea-astragalina. En el presente trabajo nos referimos al movimiento de flexión dorsal o DF a la aproximación de la punta de los dedos hacia la cresta tibial o cara anterior de la tibia.

De tal forma que una limitación en el rango de movilidad de DF se entiende como una alteración en el movimiento en sentido dorsal del tobillo que impide que éste se realice por completo.

La movilidad articular o ROM varía en función al estado de la persona. Es decir, influyen diferentes factores como la edad, el sexo o la presencia de alteraciones biomecánicas. Se sabe que por regla general, las mujeres presentan un grado mayor de laxitud articular que se observa una vez pasada la etapa de la pubertad. Esto se debe a la presencia de mayor cantidad de estrógenos y a una menor masa muscular. Otro factor determinante del ROM articular es la edad, pues de forma fisiológica, en las articulaciones se producen una serie de cambios, entre las que encontramos pérdidas en la resistencia de cartílago, disminución de la fuerza del músculo esquelético, reducción de la elasticidad de los ligamentos y redistribución de la grasa. [3]

Etiología y Factores de Riesgo:

Las causas de pérdida de ROM en la DF de tobillo no se han publicado de forma conjunta y de una manera ordenada. A pesar de ello, sí que se puede encontrar conclusiones etiológicas comunes en la literatura científica.

En primer lugar, una de las causas más comunes atribuidas a la pérdida de movilidad de la DF es la tensión muscular del tríceps sural. En un estado de hipertonía y acortamiento de la musculatura de la pantorrilla, el movimiento antagonista a este grupo muscular puede verse entorpecido.[5]

Otra posible causa para la limitación en la DF es la aparición de retracciones capsuloligamentosas. Estas retracciones pueden darse tanto a nivel posterior del tobillo como en la cara anterior del mismo. En muchos casos, estas retracciones capsulares pueden ir acompañadas de la aparición de algún osteofito; principalmente en la cara anterior del tobillo. [6]

Una tercera causa de la pérdida de ROM dorsal de tobillo es la presencia de un pellizco o “impingement” anterior o anteromedial. Éste se encuentra íntimamente relacionado con la aparición de retracciones capsulo-ligamentosas en la cara anterior. El mecanismo lesional puede venir dado por un movimiento hacia DF forzada, un traumatismo de alto impacto o la suma de varios de menor calibre en la cara anterior del tobillo. Éstos pueden llevar a un engrosamiento de la sinovial y a la cicatrización de la misma con un la aparición de un engrosamiento secundario. Dicho engrosamiento favorecerá la aparición del pellizco anterior. [6,7]

Como consecuencias de una lesión en el tobillo podemos encontrarnos con una alteración en el posicionamiento articular. Dicha lesión puede dar como resultado un malposicionamiento del astrágalo sobre la mortaja o un desplazamiento anterior de la tibia sobre el astrágalo. Esta lesión se encuentra descrita en varios artículos pero no de una forma muy específica y la gran mayoría necesitan más estudios que lo apoyen. [8]

Por último, encontramos como causa de limitación de DF la pérdida de fuerza muscular del tibial anterior; principal musculo encargado de este movimiento. Esta pérdida de fuerza se encuentra asociada a la edad y se ha comprobado en estudios

que es la causante de pérdidas de equilibrio y de gran parte de las caídas que sufren personas de edad avanzada.[9]

Recuerdo Anatómico y Biomecánico:

Como hemos comentado con anterioridad, la articulación del tobillo o articulación tibioperonea-astragalina está formada por la unión de la epífisis distal de la tibia y del peroné junto a la polea astragalina.

Este complejo articular está formado por la articulación talocrural y la articulación tibioperonea inferior [10]:

- Articulación talocrural: Formada entre tibia y astrágalo. Se trata de una articulación de tipo troclear.
- Tibioperonea inferior: Formada por la tibia, el peroné y el astrágalo. Se trata de una articulación de tipo sindesmosis (cuyo movimiento prioritario es el deslizamiento, y al no poseer cartílago hialino, en este caso el deslizamiento está facilitado por un repliegue capsular de la talocrural).

Las características morfológicas de la articulación tibioperonea-astragalina determinan sus características funcionales de tal forma que:

- El maléolo tibial está más adelantado que el peroneal. La razón se debe a la torsión lateral de la tibia en el adulto, que adelanta el maléolo tibial. El maléolo peroneal por la contra, se encuentra posterior y situado inferiormente respecto al tibial. La posición de los maléolos causa que el eje de movimiento no se sitúe paralelo al suelo, sino con un grado de oblicuidad. [11]
- El astrágalo está encajado entre los maléolos. La polea astragalina es más ancha en su parte anterior que en la posterior (aproximadamente 5mm), lo que condiciona que en los movimientos de flexión dorsal/plantar el astrágalo necesite más o menos espacio entre maléolos [10].
- El eje bimaleolar (eje imaginario que une ambos maléolos) no es paralelo al suelo. Forma ángulo en 2 planos: 8° en un plano sagital y 20-30° en un plano horizontal [11]. (figura 1)

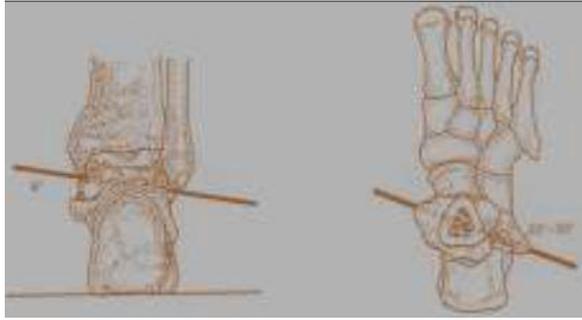


Figura 1: eje bimalleolar en una vista posterior y superior

Esta angulación causa que los movimientos de flexión/extensión no sean puros, y los maléolos actúan como topes, permitiendo movimiento en un solo plano.

- a. Debido a la oblicuidad, durante la flexión dorsal de tobillo se produce una ligera ADD del pie. Durante la flexión plantar, se producirá una ligera ABD.
 - b. En el movimiento de flexión dorsal de tobillo la tibia rota internamente, y durante la flexión plantar se produce una RE tibial.
- El hecho de que la polea astragalina sea más ancha en su parte posterior hace que la posición neutra y la flexión dorsal son las posiciones más estables para esta articulación, ya que el astrágalo está más encajado. Por el contrario, a mayor grado de flexión plantar, más inestabilidad del astrágalo [11].

Para que el tobillo y el pie funcionen de una forma correcta deben actuar de forma flexible para adecuarse a las diferentes superficies, como un conjunto semi-rígido para impulsarnos con un buen brazo de palanca durante la marcha y de forma totalmente rígida para una correcta estabilización [12].

Antes de comentar el papel del tobillo durante la marcha debemos tener claro que la marcha se divide en dos fases: fase de contacto o “stance” y fase de oscilación o “swing”. Durante la primera fase, el pie además de proporcionar el impulso para pasar a la siguiente fase, también se estabiliza el tobillo y se alinea el pie para la elevación del talón. Esta primera fase corresponde aproximadamente el 60% del total de un ciclo de marcha; independientemente de la velocidad.

Se ha aceptado que el recorrido normal del movimiento de DF desde la posición neutra es de unos 20° y la flexión plantar de un intervalo entre los 30 a 50° .A pesar de ello, esta articulación apenas utiliza una parte de su ROM durante la marcha pues estudios en sujetos sanos han confirmado que una persona utiliza aproximadamente 9,6° de DF y 19, 8° de flexión plantar durante el ciclo de la marcha. [13]

Cuando comienza la fase de apoyo o “stance” el talón contacta con el suelo y debido a la compresión de la almohadilla del talón, se induce a una flexión plantar del tobillo estabilizando dicho movimiento con una contracción de la musculatura que rodea al talón; principalmente el tibial anterior y demás dorsiflexores, mediante una contracción excéntrica. En el transcurso de tiempo en el que el talón contacta con el suelo hasta que se realiza un apoyo completo de la planta del pie, la tibia realiza una rotación interna que es transmitida a través de la mortaja provocando una rotación interna del astrágalo sobre el calcáneo forzando una pronación de la subastragalina. Una vez que la planta del pie está completamente en contacto con el suelo, la tibia comienza a rotar externamente y, de igual forma, transmite este movimiento hacia la mortaja provocando que el astrágalo gire externamente y provocando ahora una supinación de la subastragalina provocando así un aumento de la estabilidad a lo largo del arco longitudinal plantar. Cuando la pierna sobrepasa el pie apoyado se da paso a la DF del tobillo inducida por el movimiento en sentido anterior de todo el cuerpo que posteriormente provocará una nueva flexión plantar del tobillo para llevar a cabo la fase de impulso. Este movimiento de flexión plantar de tobillo induce a una DF de las metatarsfalángicas y debido a que la aponeurosis plantar se inserta en las cabezas metatarsales y en las bases de las falanges de los dedos se crea una tensión de esta banda aponeurótica que provoca el llamado mecanismo de Winlass. Este proceso se basa en que a medida que aumenta la DF de las metatarsfalángicas, la flexión plantar de los metatarso se ve incrementada por la tensión de la fascia plantar y musculatura de tal forma que el arco longitudinal se ve todavía más elevado. Justo antes del despegue de los dedos, la combinación de la CCC, el mecanismo de Winlass y una supinación de la subastragalina, garantizan una estabilidad máxima para el despegue desde el primer radio.

Durante la fase de despegue, la tibia rota de nuevo en sentido medial, se produce una pronación de la subastragalina y un desbloqueo de la articulación tarsal de modo que el tobillo y pie vuelven a su estado de flexibilidad propio de esta fase. A pesar de ello, algunos autores afirman que la rotación lateral de la tibia continúa hasta la mitad de la fase de oscilación y que existe parte de la supinación a lo largo de esta fase [12].

Valoración:

La valoración cuantitativa del ROM de DF de tobillo puede realizarse tanto en cadena cinética abierta como cerrada, con la rodilla extendida o flexionada y mediante

movimiento activo o pasivo. Sin embargo, estudios han demostrado que la medición mediante el lunge modificado; en el cual el paciente debe aproximar la rodilla hacia la pared sin despegar la planta de pie del suelo, presenta la mayor fiabilidad intra e inter observador [14].

Así mismo, la medición en esta posición puede cuantificarse de diversas formas, aunque los métodos que mejores resultados han mostrado han sido la utilización del inclinómetro o de la medición centimétrica desde la punta del dedo gordo hasta el contacto de la rodilla con la pared. El goniómetro universal por otro lado, ha mostrado menor fiabilidad [15].

Al mismo tiempo, la medición mediante el uso de goniómetros más complejos como el goniómetro digital ha mostrado resultados similares al uso del inclinómetro. Aunque por razones relacionadas con el coste de un equipo de goniometría digital y la facilidad y comodidad de uso que muestra el inclinómetro o la cintometría frente al uso del goniómetro digital, convierten a este último en algo poco utilizado a nivel de clínica [14].

Tratamientos Habituales:

Se han descrito diferentes técnicas y planes de intervención para el aumento de la DF de tobillo con mejores o peores resultados, pero no debemos olvidar que no existe un tratamiento único, pues el plan de actuación vendrá dado por la causa del problema; la cual habremos interpretado durante la valoración [16].

Dentro de las técnicas para el aumento del ROM dorsal de tobillo encontramos, por un lado la utilización de estiramientos sumado a la inhibición de puntos gatillo del tríceps sural [17]. Este tipo de terapia ha resultado ser más efectiva si va acompañado de la aplicación de ultrasonidos o calor superficial en la cara anterior del tobillo y junto a la realización de ejercicios de elevación de talones o “heel raise exercises” [16].

Por otro lado encontramos; como técnicas manuales de tratamiento, la utilización de manipulación con movimiento MWM o la realización de manipulaciones de corto recorrido y alta velocidad para mejorar la movilidad articular del tobillo. Ésta última no ha mostrado tener resultados estadísticamente significativos para ser considerada una buena técnica de tratamiento [16]. A modo de complemento de la MWM encontramos la aplicación de un vendaje sobre cara anterior del tobillo para ejercer la función de MWM durante la marcha. De esta forma la corrección de un posible fallo posicional se realizará por cada paso que el paciente efectúe [18].

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión de la literatura científica de cara a la identificación de las consecuencias patológicas fruto de la limitación en el ROM de DF de tobillo; tanto a nivel del complejo tobillo-pie como a niveles suprayacentes. De tal forma que se podrá da respuestas a algunas cuestiones como ¿Qué tipo de consecuencias produce una limitación de movilidad hacia dorsal a nivel del tobillo? ¿Qué ocurre a nivel del pie? ¿y a niveles más altos? ¿Cuál o cuales de las consecuencias patológicas han sido las más estudiadas? ¿Cuánta debe ser dicha limitación para que produzca consecuencias?

Objetivos específicos:

- Determinar cuál ha sido la patología más estudiada como consecuencia de la limitación de DF de tobillo
- Objetivar el grado de limitación dorsal de tobillo necesario para generar consecuencias patológicas.

MATERIAL Y METODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica durante un intervalo de tiempo que va desde el mes de febrero hasta mayo de 2015. Dicha revisión se centra en la búsqueda de información que relacione la limitación en el ROM de DF de tobillo con consecuencias patológicas tanto en tobillo-pie como en otros complejos articulares.

Como criterios de inclusión para la revisión bibliográfica se establecieron:

- Artículos publicados desde el año 2009 hasta la actualidad
- Artículos relacionados con consecuencias de la limitación dorsal de tobillo.
- Artículos escritos en inglés y en español. Se prestará atención principalmente a aquellos artículos publicados en inglés dado que es el lenguaje mayoritario en las bases de datos internacionales.

En cuanto a los criterios de exclusión, se establecieron los siguientes:

- Artículos publicados en relación a la limitación dorsal de tobillo en pacientes que presenten alguna patología. Esto incluye pacientes neurológicos, amputados, enfermedades de la microvascularización (diabetes) o pacientes

obesos. La razón de esto reside en que, el objetivo de este estudio es observar las consecuencias patológicas en pacientes que muestren una limitación en el ROM de DF de tobillo y que no presenten alguna otra alteración de base a mayores. No se considerarán patologías de base aquellas que sean secundarias a la limitación de DF de tobillo como por ejemplo tendinitis, inestabilidad, esguinces o roturas ligamentosas, etc.

- Artículos centrados en el tratamiento fisioterápico de la limitación de DF en tobillo.
- Artículos que abarquen tratamientos quirúrgicos o estén relacionados con pacientes postquirúrgicos. Esto engloba a pacientes con artrodesis u otras operaciones ortopédicas.
- Artículos realizados sobre animales de experimentación

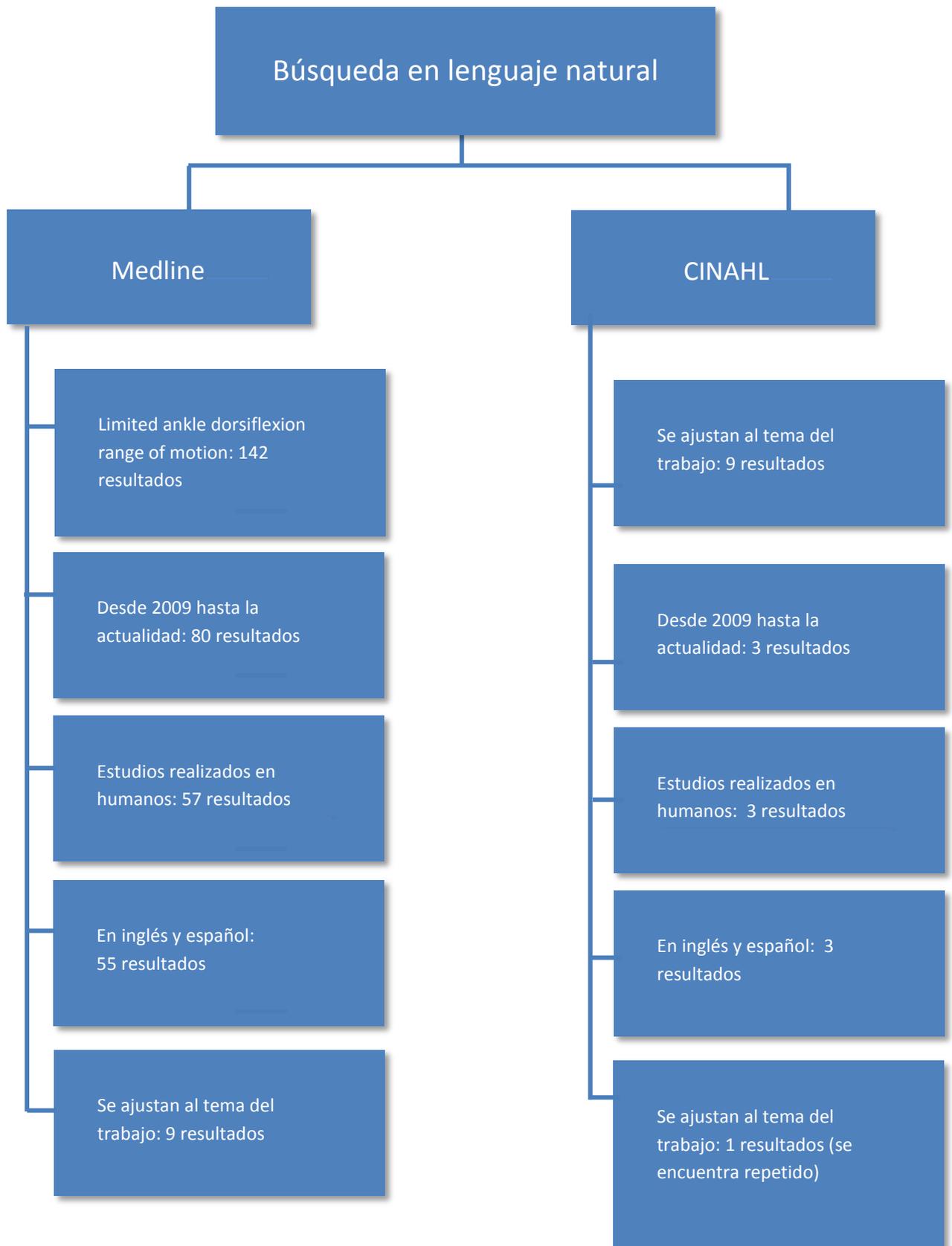
Dicha búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos Medline y CINAHL y acotándose desde el año 2009 hasta la actualidad. Las palabras clave que fueron usadas en esta búsqueda fueron: *“ankle”*, *“ankle joint”*, *“range of motion”*, *“dorsiflexion”*.

Non hemos centrado en los operadores booleanos *“AND”* y *“OR”*. Se ha evitado el uso del booleano *“NOT”* puesto que se ha considerado que ninguna de las palabras clave podría llevar a confusión. En cuanto al booleano *“OR”* únicamente ha sido necesario para las palabras clave *“ankle”* y *“ankle joint”*.

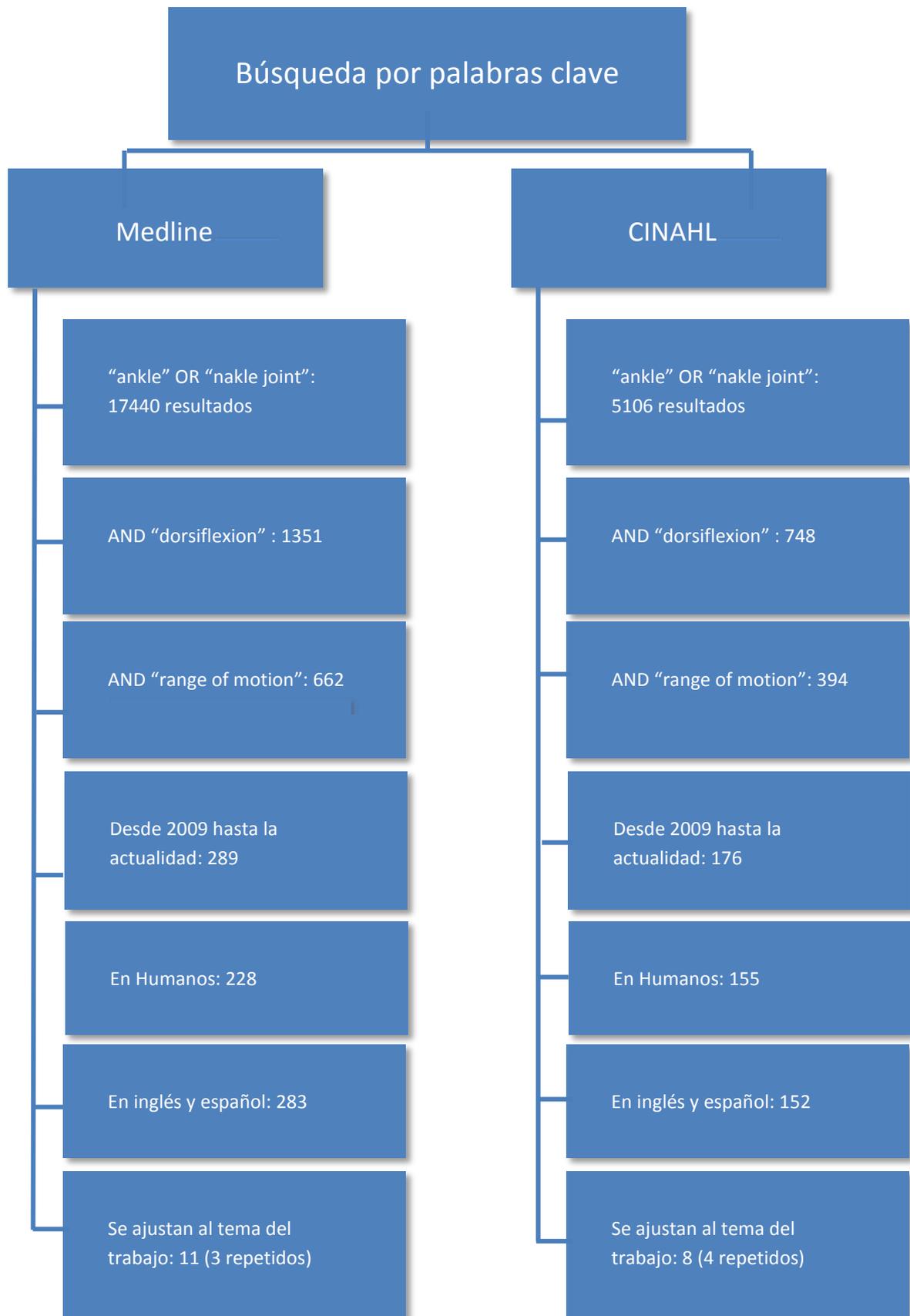
Primeramente se realizó una primera búsqueda por medio de lenguaje natural en las bases de datos Medline (a través de Pubmed) y CINAHL con la frase *“limited ankle dorsiflexion range of motion”*. A continuación y mediante la herramienta Ebsco Host se llevó a cabo una búsqueda avanzada en ambas bases de datos utilizando las palabras clave *“ankle”* OR *“ankle joint”* AND *“dorsiflexion”* AND *“range of motion”*.

La obtención de artículos se ha realizado en dos pasos para poder conseguir el mayor número de resultados, pues, si únicamente se realizase la revisión mediante palabras clave, el volumen total de artículos útiles se vería muy limitado

Búsqueda mediante lenguaje natural



Búsqueda mediante palabras clave:



De tal modo, el resultado final de las búsquedas ha dado un total de 21 artículos que se ajustan al tema del trabajo según los criterios de inclusión y exclusión.

RESULTADOS

Para una organización más sencilla de los resultados obtenidos, los expondremos en función a la región y tipo de patología causada.

A nivel de retropié, 8 artículos, de los cuales 5 corresponden a TA, 1 a enfermedad de Sever y 2 a esguince de tobillo.

En cuanto a la TA (tabla1), tres de los cinco artículos encuentran un aumento de la eversión de la articulación subastragalina como consecuencia principal de la limitación en el ROM de DF de tobillo [19, 21, 22]. De estos tres artículos, en dos de ellos, los datos se obtuvieron a partir de sistemas de visión en 3D y plataformas de fuerza sumando a la medición de EMG. El otro restante se trata de una revisión de la literatura.

Otro artículo en relación a la TA se centra en la medición del ROM de DF en CCA como método predictivo para la prevención de TA; concluyendo que el cribado para dicha predicción se encuentra en 22° de DF [20]. En este artículo se utilizó goniometría universal como método cuantificador. El último de los artículos no encontró una relación estadísticamente significativa entre el grado de DF y la TA [23].

Como hemos comentado, únicamente se encontró un artículo en relación a la enfermedad de Sever (tabla2), el cual hayó una relación entre la limitación en el ROM de DF de tobillo y la aparición de dicha enfermedad, presentado unos resultados estadísticamente significativos aunque poco importantes clínicamente [24].

En cuanto al esguince de tobillo encontramos 2 artículos (tabla3). Uno de ellos utilizó goniometría universal para la medición de DF [25] y en el otro se obtuvieron resultados mediante un conjunto de cámaras [26]. Ambos concluyen que la presencia de limitación en la DF es un factor de riesgo de sufrir esguinces de repetición.

Artículos en relación a alteraciones de dedos del pie, solamente se ha obtenido uno (tabla4), en relación a dedo en martillo [27]. En éste artículo se atribuye el hecho de sufrir una limitación en la DF de tobillo sumando a desequilibrios musculares a la

aparición de esta alteración en la mecánica de los dedos del pie. El método de valoración de DF de tobillo se realizó mediante goniometría universal.

A nivel de la rodilla encontramos 6 artículos de los cuales 1 pertenece a TP, 2 a roturas de alteraciones a ACL y 3 a PFP.

El artículo en relación a TP (tabla 5), nombra la limitación en la DF de tobillo como un potencial factor de riesgo para sufrir alteraciones en el tendón patelar [28]. La medición del ROM de tobillo se realizó con un inclinómetro en CCC.

Por otro lado, en alteraciones del ACL (tabla 6), uno de los artículos [29] menciona que en presencia de un menor ROM de DF de tobillo se producen un menor desplazamiento anterior de la rodilla y mayores fuerzas de reacción sumado a una postura inestable en el aterrizaje del salto; lo cual favorecería una postura en desventaja mecánica para la lesión de este ligamento. Al mismo tiempo, el último artículo en relación a lesiones del ACL [30] menciona que el aumento de DF durante el aterrizaje en salto de esquí es un factor de riesgo. Los datos obtenidos por este último artículo se realizaron mediante una reproducción informática de un modelo en 2D.

Los demás artículos de alteraciones a nivel de rodilla corresponden al PDP (tabla 7). Todos relacionan la limitación de DF con la aparición de PDP aunque uno de ellos puntualiza más en el hecho de que la limitación de ROM en el tobillo provoca un aumento de movimiento en el plano frontal de la rodilla que posteriormente podrá provocar PDP [32].

Para finalizar, encontramos los 6 artículos restantes del total; los cuales se centran en alteraciones propioceptivas (tabla 8). Dos de ellos relacionan una menor DF y una menor distancia en el Star Excursion Balance Test en sentido anterior con la presencia de inestabilidad de tobillo [36, 37]. Otro afirma que una menor DF de tobillo conlleva un menor desplazamiento anterior de la rodilla durante el lunge modificado [34]. Un cuarto artículo menciona el hecho de que la limitación de DF afecta a los planos sagital y frontal de la rodilla, siendo dicha alteración en aquellos tobillos que presenten menos de 8° de DF [35]. Otro de los artículos muestra como durante la prueba de Lateral Step Down, los pacientes con menor calidad de movimiento presentaban menor DF [38]. Para finalizar, el último artículo nos señala como una menor DF de tobillo durante un salto vertical y durante la recepción a una caída, se produce una elevación precoz de los talones y una mala repartición de las cargas con mal control del tronco respectivamente [39].

Retropié:

Tendinopatía Aquílea.

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Dorsiflexion Capacity Affects Achilles Tendon Loading during Drop Landings [19]	Observar el ROM del tobillo de la pierna dominante durante el aterrizaje a diferentes velocidades en sujetos con diferentes rangos de DF	48 hombres físicamente activos. Los sujetos son divididos en 2 grupos de alto y bajo ROM. Medición mediante EMG y plataforma de fuerzas	EL grupo de bajo ROM de DF de tobillo presento un mayor ángulo de eversión y un mayor pico de DF, junto a mayores fuerzas tensiles del tendón aquíleo durante los aterrizajes en el grupo con menor ROM.
Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: a prospective cohort study[20]	Observar si es posible predecir una futura TA en militares con la medición de la DF de tobillo con la rodilla doblada en cadena cinética abierta y cerrada y mediante la calidad de movimiento en la prueba de Lateral Step Down	70 hombres. Medicion del ROM de DF con inclinómetro y durante un lunge modificado sin despegue del pie y para caneda cinética cerrada y goniometría con flexión de rodilla de 90° para la abierta. Lateral Step Down para la calidad de movimiento	5 de los participantes resultaron padecer TA. La DF en la medición de cadena cinética abierta fue predictivo para le lesión, pero la medición en cadena cinética cerrada no. Un alto % de lesionados presentan un lateral step down defectuoso aunque no estadísticamente significativo. Se establece los 22° para predecir futura TA
Lower limb biomechanics during running in individuals with achilles tendinopathy: a systematic review [21]	Revisión bibliográfica sobre los factores de riesgo asociados a TA en corredores	Se identifican 9 estudios después de realizar la búsqueda en 5 importantes bases de datos)	Se observa que los corredores lesionados muestran un aumento en la eversión de la subastragalina, disminución de velocidad de DF de tobillo, una reducción de ABD de la pierna así como una disminución del pico de rotación externa tibial
Kinematic Analysis of Runners with Achilles Mid-Portion Tendinopathy [22]	Observar las diferencias en los patrones cinemáticos en corredores sanos y en corredores con TA	48 hombres (27 con TA y 21 asintomáticos) corredores. La medición se realizó mediante un sistema de gravado 3D durante la carrera.	Los pacientes con TA mostraron mayor eversión de la subastragalina, un menor pico de velocidad de DF y un mayor movimiento del tobillo en el plano frontal
Effects of passive ankle dorsiflexion stiffness on ankle mechanics during drop landings. [23]	Observar cómo afecta la rigidez de ROM en DF tobillo durante el aterrizaje sobre una pierna a diferentes velocidades en sujetos con diferentes rangos de DF	42 hombres físicamente activos. Se dividen en dos grupos en función de mayor o menor rigidez de DF de tobillo. Medición mediante plataforma de fuerzas	No se encontró diferencias en los resultados de ambos grupos en las diferentes velocidades de aterrizaje. Puede que la rigidez de DF de tobillo no afecte en la tensión plantar

Tabla 1. Resultados encontrados en relación a tendinopatía aquilea

Enfermedad de Sever

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Sever's Disease A Prospective Study of Risk Factors [24]	Identificar en la literatura científica posibles factores de riesgo de la enfermedad y determinar si lo son realmente	Niños con la enfermedad de Sever se compararon con niños asintomáticos de edad semejante. La DF de tobillo se valoró usando una modificación de la plantilla Lidcombe.	La disminución de DF de tobillo izquierdo fue estadísticamente significativa pero clínicamente insignificante.

Tabla 2. Resultados encontrados en relación a la enfermedad de Sever

Esguince de tobillo

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusión
Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis [25]	Investigar la influencia de la fuerza muscular, el equilibrio postural y el rango de movimiento activo en la incidencia de esguince de tobillo en jugadores de voleibol a lo largo de una temporada.	38 jugadores de voleibol profesional. Se utilizó un dinamómetro isocinético para evaluar la fuerza de flexión plantar y DF y una plataforma. El equilibrio postural dinámico mediante el Balance System Biodex y el ROM activo de tobillo por goniometría	EL aumento de la fuerza de los flexores plantares y la disminución de rango de movimiento en DF son factores de riesgo para el esguince de tobillo.
Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability [26]	Determinar si los individuos con inestabilidad crónica del tobillo muestran un menor ROM de DF y flexion plantar en comparación con los controles durante el trote	14 participantes (7 con inestabilidad y 7 controles). Se les pidió que trotasen sobre una plataforma rodante mientras 10 cámaras captaban los movimientos	Los sujetos con inestabilidad crónica de tobillo mostraron significativamente menor ROM de DF durante el trote. La menor DF puede ser un factor predisponente a esguinces en personas con inestabilidad crónica de tobillo

Tabla 3. Resultados encontrados en relación a esguinces de tobillo

Dedos del pie:

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusión
Muscle imbalance and reduced ankle joint motion in people with hammer toe deformity [27]	Comparar la proporción de la fuerza de extensores/flexores en los dedos del pie entre los grupos con y sin dedo en martillo, para determinar posibles correlaciones	58 participantes (27 con dedo en martillo y 31 sin alteración). La fuerza de los dedos se midió con un dinamómetro, el ángulo de la articulación metatarsofalángica se midió en tomografía computerizada y el ROM de tobillo y subastragalina por goniometría	El desequilibrio muscular entre flexores y extensores de los dedos, un ROM limitado de DF de tobillo y una eversión limitada son considerados factores etiológicos para la aparición del dedo en martillo.

Tabla 4. Resultados encontrados en relación a alteraciones en dedos del pie

Rodilla:

Tendinopatía patelar

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players. A 1-Year Prospective Study [28]	Observar el ROM de DF del tobillo en jugadores junior de baloncesto y, 1 año después, determinar cuántos han desarrollado TP.	90 jugadores de baloncesto de categoría junior elite (47 hombre y 43 mujeres) Entre 14 y 20 años En total se examinaron 180 rodillas. La medición del ROM de DF de tobillo se realizó mediante un lunge modificado y cuantificado con un inclinómetro.	El estudio muestra claramente como un ROM de DF de tobillo bajo es un factor de riesgo de TP. Se encontró que los 36,5º de DF era el rango más apropiado como punto de corte para la detección pronóstico de las personas en alto riesgo de desarrollar TP

Tabla 5. Resultados encontrados en relación a tendinopatía patelar

Lesión de Ligamento Cruzado Anterior

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics [29]	Observar la relación entre el ROM de DF de tobillo y las variables biomecánicas en el aterrizaje	35 pacientes sanos y físicamente activos. La medición del ROM de DF se realizó con la rodilla extendida y flexionada y utilizando un goniómetro. Las variables biomecánicas durante el aterrizaje se cuantificaron mediante una plataforma de fuerza	Un mayor ROM de DF de tobillo se asoció con un mayor desplazamiento de la rodilla en flexión y menores fuerzas de reacción en pie durante el aterrizaje, con una postura de aterrizaje estable con un menor riesgo de lesión del ACL.
Relationship between jump landing kinematics and peak ACL force during a jump in downhill skiing: A simulation study [30]	Desarrollar un modelo y simulador musculoesquelético e investigar el ROM articular de MMII y la posición del tronco en relación a las fuerzas sobre el ACL durante los aterrizajes posteriores de esquí	Se utilizó un modelo musculoesquelético en 2D durante una simulación de aterrizaje. A partir de estas simulaciones se realizaron aterrizajes alterados	Un apoyo del cuerpo hacia atrás, un aumento en la flexión de cadera, extensión de rodilla y DF de tobillo sumado a una postura inestable se asoció a mayores fuerzas pico del ACL

Tabla 6. Resultados encontrados en relación a lesiones del ligamento cruzado anterior

Dolor fémoro-patelar

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: A case-control study [31]	Comparar la cinemática de la rodilla, la cadera y el pie / tobillo en un grupo de individuos con PFP a un grupo de controles asintomáticos.	46 personas (26 con PFP y 20 asintomáticas). Se midió la magnitud, el ángulo pico y el ROM de la parte anterior y posterior del pie, rodilla y cadera durante la marcha.	Los sujetos con PFP mostraron menor pico de rotación interna tibial, una eversión anticipada del retropié, una mayor rotación interna de cadera y un mayor ROM de DF del retropié
Effect of Limiting Ankle-Dorsiflexion Range of Motion on Lower Extremity Kinematics and Muscle-Activation Patterns During a Squat [32]	Observar el efecto de la restricción del ROM de DF de tobillo en la cinética y la actividad muscular de MMII durante la sentadilla	30 individuos sanos y físicamente activos sin historial de lesiones en MMII. Cada participante hará 7 sentadillas sin despegar la planta del pie y con una cuña de 12° en el antepié para simular la falta de flexibilidad de flexores plantares. La cinemática fue captada por una cámara de infrarrojos y la actividad muscular por EMG	La limitación de ROM de DF de tobillo provoca una disminución de la rodilla en el plano sagital y un aumento de ésta en el plano frontal. Esto puede llevar a otros desequilibrios en la cinética de la rodilla que puedan provocar PFP
Factors Associated With Visually Assessed Quality of Movement During a Lateral Step-down Test Among Individuals With Patellofemoral Pain [33]	Determinar qué medidas físicas están asociados con la evaluación de la calidad visual de movimiento entre los pacientes con PFP	79 soldados israelitas (40 mujeres y 39 hombres) diagnosticados de PFP. La calidad del patrón de movimiento se evaluó mediante el Lateral Step Down Test en bueno o moderado. Se midió la DF de tobillo las rotaciones de cadera y la extensión de la rodilla en CCC y CCA con inclinómetro y goniómetro respectivamente	Los pacientes con un patrón de movimiento moderado presentaron una DF de tobillo en carga más limitada. En descarga, la DF de tobillo fue más limitada en los hombres que presentaban patrón de movimiento moderado. Los que presentaron buena calidad en el patrón de movimiento presentaron mayor resistencia de los rotadores externos de cadera y de extensores de rodilla en comparación al grupo de calidad moderada

Tabla 7. Resultados encontrados en relación al dolor fémoro-patelar

Propiocepción:

Artículo	Objetivo	Material & Métodos	Resultados/conclusion
Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. [34]	Observar diferencias en la rodilla y tobillo en sujetos sanos y en sujetos con menor ROM de DF medido mediante técnicas diferentes	40 personas (20 con poca DF y 20 normales). La medición del DF de tobillo se hizo por goniometría y con rodilla extendida en CCA y mediante el lunge modificado para la CCC. Para la medición de rodilla se evaluó mediante la sentadilla con brazos hacia el techo, sentadilla unilateral y mediante el salto.	Una mayor DF durante el lunge modificado se asoció a mayor flexión de la rodilla así como durante mayor desplazamiento al varo de rodilla durante el squat unilateral
Acute influence of restricted ankle dorsiflexion angle on knee joint mechanics during gait [35]	Investigar la influencia de la restricción en el ROM de DF de tobillo sobre la rodilla en diferentes planos durante la marcha	30 voluntarios sanos. EL ROM de DF fue restringido con una tobillera y la cinética y cinemática se midió con un sistema de análisis de movimiento con 7 cámara y dos placas de fuerza	La cinemática y la cinética de la rodilla en los planos sagital y frontal se vieron afectados por la reducción de DF tobillo en la fase final de la marcha. El aumento del varo de rodillas se dieron cuando la DF era menor a 8°.
Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability [36]	Observar si una menor ROM de y un menor recorrido en el Star Excursion Balance Test estaban presentes entre los participantes con inestabilidad crónica del tobillo frente a individuos sanos.	30 participantes con inestabilidad crónica de tobillo se compararon con 30 sujetos sanos. La DF fue medida mediante el lunge modificado y todos los participantes realizaron el Star Excursion Balance Test hacia anterior, posteromedial y posterolateral	Los participantes con inestabilidad mostraron menos DF y menor alcance en el Star Excursion Balance Test anterior distancia en comparación con los controle. Además, ambos grupos mostraron correlaciones similares entre el ROM de DF y los resultados del Test.
Ankle Dorsiflexion Range of Motion Influences Dynamic Balance in Individuals	Determinar la relación entre el ROM de DF del tobillo y el equilibrio dinámico en individuos con inestabilidad crónica	45 participantes. El ROM de DF se cuantificó con un inclinómetro durante el lunge modificado y el equilibrio dinámico mediante el en sentido anterior, posteromedial y posterolateral	Los individuos con inestabilidad crónica de tobillo mostraron deficiencias en la DF así como también una menor distancia alcanzada en el Star Excursion Balance Test; especialmente en sentido anterior.

With Chronic Ankle Instability [37]	de tobillo.		
Ankle Dorsiflexion Among Healthy Men With Different Qualities of Lower Extremity Movement [38]	Determinar la relación entre el ROM de DF de tobillo y una menor calidad de movimiento en MMII durante el lateral step-down test en hombres sanos	55 hombres sanos del ejército Israelí. La DF fue medida en CCC y CCA con un inclinómetro y un goniómetro respectivamente. El patrón de movimiento en MMII se evaluó visualmente en el lateral step-down test bilateralmente y se clasificó en bueno o moderado	El ROM de DF en CCC fue más limitada entre los participantes con calidad moderada del movimiento que en aquellos con buena calidad del movimiento en el lado dominante. Por el contrario en el lado no dominante no se encontró grandes diferencias
Kinematic and kinetic differences in the execution of vertical jumps between people with good and poor ankle joint dorsiflexion [39]	Investigar las diferencias cinemáticas y cinéticas en la ejecución de saltos verticales entre individuos con buena y mala DF del tobillo	30 estudiantes de educación física (15 con más flexibilidad en DF y 15 con menos). Deben realizar dos saltos. Un salto vertical y un salto desde una altura de 60 cm y caer sobre una plataforma de fuerza.	Los sujetos con menor flexibilidad en la DF de tobillo mostraron una elevación de los talones en el salto vertical y una mayor distancia del centro del tronco al centro de la cadera. Además, durante el salto desde los 60 cm el grupo de menor flexibilidad presentaron una menor altura en el salto y una peor recepción de fuerzas en el aterrizaje

Tabla 8. Resultados encontrados en relación a alteraciones propioceptivas

DISCUSION:

A modo de respuesta a la pregunta que plantea este trabajo, 19 de los 21 artículos obtenidos confirman la existencia de consecuencias patológicas como resultado de una limitación en la DF de tobillo. De estos 19 artículos, 4 corresponden con TA [19, 20, 21, 22], 1 de enfermedad de Sever [24], 2 de esguinces de tobillo [25, 26], 1 de alteraciones en los dedos [27], 1 de TP [28], 1 de alteraciones del ACL [29], 3 de PFP [31, 32, 33] y 6 de alteraciones propioceptivas [34, 35, 36, 37, 38, 39].

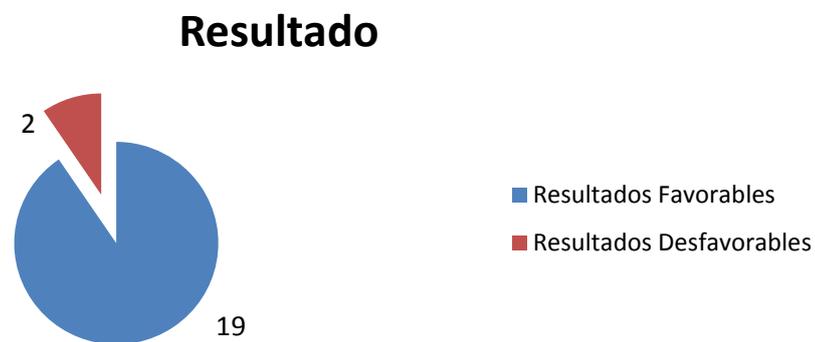


Figura 2: resultados favorables y desfavorables para la respuesta a la hipótesis

En lo que a TA se refiere, se analizan 5 artículos. Por un lado, Whitting. et al. mostró que sujetos con bajo ROM de DF de tobillo presentaban un mayor ángulo de eversión junto a mayores fuerzas tensiles en el tendón aquileo [19], aunque en un estudio posterior del mismo autor y de similares características [23], afirma que no existen grandes diferencias entre pacientes con baja o alta rigidez en la DF de tobillo. Al mismo tiempo, dos de los artículos [21, 22] apoyan los resultados del primer estudio de Whitting. et al. pues afirman que en presencia de una limitación en la DF de tobillo existe un aumento en la eversión de la subastragalina junto con una disminución de velocidad de la DF. El último de estos cinco artículos; el estudio prospectivo de Rabin et al. [20], sacó en conclusión que la medición en CCA puede ser predictiva de TA marcando un valor de cribado en los 22°. A mayores también señala que aquellos pacientes que presentaron TA también mostraron un patrón de movimiento defectuoso en el Lateral Step Down Test.

En el caso de los esguinces de tobillo encontramos dos artículos. En el estudio de Drewes et al. [26] se utilizó un sistema compuesto por 10 cámaras para captar el ROM de tobillo durante la carrera mientras que en el estudio de Hadzic et al. [25] se utilizó goniometría universal. Como hemos comentado en el apartado de valoración, la goniometría universal no aporta los datos más fiables aunque a pesar de todo, ambos coinciden en que la limitación en la DF es un factor de riesgo de sufrir esguinces de tobillo de repetición. Es en el estudio de Drewes et al. [26] en el que aporta una posible explicación de porqué la limitación de la movilidad de tobillo hacia la DF facilita el esguince de repetición. Se debe a que; como se había expuesto en la introducción, la mortaja tibioperonea astragalina tiene mayor estabilidad en DF por lo que la posición neutra y la plantiflexión permiten menor estabilidad.

Como bien comentamos en la exposición de los resultados, únicamente hemos encontrado un artículo que muestre que la limitación de movilidad en el tobillo acarree cambios morfológicos en los dedos. En este estudio de Kwon et al. [27], señala que la limitación en la DF de tobillo puede conllevar a desarrollar dedo en martillo. Resulta difícil considerar los resultados de este estudio como ciertamente correctos dada la poca cantidad de artículos en relación a consecuencias en dedos sumado a la poca especificidad de los resultados cuantificados con goniometría universal.

En cuanto a alteraciones a nivel de la rodilla, 3 han sido las patologías encontradas. En primer lugar vemos la TP. Únicamente hemos encontrado un estudio prospectivo, en el que Backman et al. [28] muestran como la alteración en DF a nivel de tobillo, provoca que haya un mayor número de casos de TP en jugadores de baloncesto. Este estudio establece que los sujetos que presenten un ROM de DF de tobillo menor a los 36.5° presentarán más posibilidades de sufrir TP. El hecho de haber encontrado únicamente un artículo en relación a esta patología no significa que carezca de importancia. Existen estudios científicos anteriores al 2009 que respaldan los resultados de este estudio y no solo en el ámbito del baloncesto sino también en otros deportes [40, 41].

En segundo lugar encontramos la lesión de ACL. El primero de los dos artículos realizado por Fong et al. [29] muestra resultados muy claros de como un sujeto con menor DF de tobillo, durante la recepción de un salto es más susceptible a sufrir lesiones de ACL debido a pérdida de control, tanto de la rodilla en el plano frontal como del tronco en los diferentes planos. Por otro lado Heinrich et al. [29] que estudia los saltos de esquí de montaña mediante un modelo informático, comenta que el factor de riesgo no es la limitación de movilidad de DF sino el aumento de la misma, sumado

a otros factores. Puede que la controversia en los resultados venga dada porque; en este último artículo [29], la manera de obtener los datos ha sido puramente teórica al haber sido realizado por medio de un modelo de software en 2D y que la posición en la que el modelo recepciona con el suelo es puramente específica del deporte de saltos de esquí.

La tercera y última patología ocurrida a nivel de rodilla es el PDP, y según los resultados encontrados, sí que existe una correlación entre la limitación de DF de tobillo y una mayor facilidad de sufrir PDP. En dos de los estudios [31, 33] se encuentra una disminución en la DF de tobillo además de una falta de actividad de rotadores externos de cadera como factores predisponentes para PFP. A mayores en un tercer estudio realizado por Macrum et al. [32] además de apoyar los datos de los otros dos estudios, comenta que se produce una disminución del movimiento de la rodilla en el plano frontal y se produce un aumento de la misma en el plano sagital; principalmente hacia valgo.

Para finalizar, encontramos 6 artículos en relación a alteraciones propioceptivas como consecuencia a la limitación de DF de tobillo. Dos de los artículos [36, 37] mostraron como sujetos con menor DF de tobillo presentaban una mayor inestabilidad de tobillo y un menor desplazamiento anterior en el Star Excursion Balance Test. Otro de los artículos realizado por Dill et al. [34] comenta que aquellos sujetos con una menor DF presentaron un mayor desplazamiento en varo de rodilla. En un cuarto estudio, Ota et al. [35] comenta; al igual que Dill et al., que un déficit en la DF de tobillo puede provocar un aumento en la movilidad de la rodilla en el plano sagital; aunque esta vez hacia varo. Según Ota et al., dicho aumento de movilidad se producirá en aquellos sujetos con una DF de tobillo menor a 8°. Rabien et al. mostraron en su estudio como aquellos sujetos con menor ROM de DF en CCC presentaban poca calidad de movimiento durante la realización del Lateral Step Down Test sobre el lado dominante. Por último, Papaiakovou et al. [39] en su estudio sobre la realización y recepción de saltos sugirió que los sujetos con menor DF de tobillo mostraron una elevación prematura de los talones y una menor altura en el salto junto a un peor control de tronco con mayores fuerzas de reacción durante el aterrizaje.

A pesar de no poder considerar una alteración propioceptiva como un proceso patológico en sí misma, sí que constituyen un potencial peligro para desencadenar, persistir o empeorar un verdadero proceso patológico.

CONCLUSIÓN:

Existe evidencia de que una limitación en el ROM de DF de tobillo puede provocar patología a nivel retropié y rodilla además de alteraciones propioceptivas. A nivel de retropié, la alteración más estudiada ha sido la TA, seguida del esguince de tobillo y la enfermedad de Sever. En cuanto a la rodilla, la patología que mayores resultados ha obtenido ha sido el PFP, seguido de las lesiones de ACL y por último la TP. Como alteraciones propioceptivas encontramos una inestabilidad de tobillo, un mayor desplazamiento en el plano sagital de la rodilla, y menor movimiento o patrón de movimiento de poca calidad durante determinados test funcionales.

Varios de los estudios aportan datos en cuanto al ROM de DF de tobillo para establecer un punto de cribado de aquellas personas con posibilidad a sufrir patología de forma secundaria. A pesar de ello, no se ha llegado a una conclusión clara, pues parece que dichas estimaciones en la limitación del ROM de tobillo varían en función a la región afectada y al tipo de patología.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. Gálvez Toro. *Revisión bibliográfica: usos y utilidades.*
2. J. Adolf Guirao-Goris, A. Olmedo Salas, E. Ferrer Ferrandis. *El artículo de revisión*
3. Soucie JM, Wang C, Forsyth A, Funk S, Denny M, Roach KE, et al. *Range of motion measurements: reference values and a database for comparison studies. Haemophilia.* 2011 May 1;17(3):500–7.
4. Fernández Sánchez M. *Fisiopatología articular y cadenas lesionales en el miembro inferior .2014*
5. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. *Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. J Sport Rehabil.* 2012 May;21(2):144–50.
6. Watson AD. *Ankle Instability and Impingement. Foot and Ankle Clinics.* 2007 Mar;12(1):177–95.
7. Robinson P, White LM. *Soft-Tissue and Osseous Impingement Syndromes of the Ankle: Role of Imaging in Diagnosis and Management. RadioGraphics.* 2002 Nov 1;22(6):1457–69.
8. Landrum EL, Kelln CBM, Parente WR, Ingersoll CD, Hertel J. *Immediate Effects of Anterior-to-Posterior Talocrural Joint Mobilization after Prolonged Ankle Immobilization: A Preliminary Study. J Man Manip Ther.* 2008;16(2):100–5.
9. Yoon S-W, Lee J-W, Kim Y-N, Kim Y-S, Cho W-S, Park C-B. *Change in Ankle Dorsiflexion Range of Motion and Ultrasonographic Images of the Tibialis Anterior with Age. Journal of Physical Therapy Science.* 2011;23(5):813–5.
10. Williams P.L. *Anatomía de Gray. 38ª edición. Harcourt Brace de España S.A. Madrid (1998)*

11. Margareta, N. O. R. D. I. N., and Victor H. FRANKEL. "Biomecánica básica del sistema musculoesquelético." (1998).
12. Rodgers MM. *Dynamic Biomechanics of the Normal Foot and Ankle During Walking and Running*. *PHYS THER*. 1988 Dec 1;68(12):1822–30.
13. J. Hamill Kenneth G. Holt Timothy R. Derrick. *Biomechanics of the foot and ankle*. Chapter 2
14. Krause DA, Cloud BA, Forster LA, Schrank JA, Hollman JH. *Measurement of ankle dorsiflexion: a comparison of active and passive techniques in multiple positions*. *Journal Of Sport Rehabilitation*. 2011 Aug;20(3):333–44.
15. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. *RELIABILITY OF THREE MEASURES OF ANKLE DORSIFLEXION RANGE OF MOTION*. *Int J Sports Phys Ther*. 2012 Jun;7(3):279–87.
16. Young R, Nix S, Wholohan A, Bradhurst R, Reed L. *Interventions for increasing ankle joint dorsiflexion: a systematic review and meta-analysis*. *J Foot Ankle Res*. 2013 Nov 14;6:46.
17. Kang M-H, Oh J-S, Kwon O-Y, Weon J-H, An D-H, Yoo W-G. *Immediate combined effect of gastrocnemius stretching and sustained talocrural joint mobilization in individuals with limited ankle dorsiflexion: A randomized controlled trial*. *Manual Therapy*
18. Yoon J, Hwang Y, An D, Oh J. *Changes in Kinetic, Kinematic, and Temporal Parameters of Walking in People With Limited Ankle Dorsiflexion: Pre-Post Application of Modified Mobilization With Movement Using Talus Glide Taping*. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2014 Jun;37(5):320–5.

Referencias consultadas:

19. Whitting JW, Steele JR, McGhee DE, Munro BJ. Dorsiflexion capacity affects achilles tendon loading during drop landings. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Apr;43(4):706–13.
20. Rabin A, Kozol Z, Finestone AS. Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: a prospective cohort study. *Journal of Foot and Ankle Research.* 2014 Nov 18;7(1):48.
21. Munteanu SE, Barton CJ. Lower limb biomechanics during running in individuals with achilles tendinopathy: a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2011 May 30;4(1):1–17.
22. Ryan M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Taunton J, Horstmann T. Kinematic Analysis of Runners with Achilles Mid-Portion Tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2009 Dec 1;30(12):1190–5.
23. Whitting JW, Steele JR, McGhee DE, Munro BJ. Effects of passive ankle dorsiflexion stiffness on ankle mechanics during drop landings. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2012 Sep;15(5):468–73.
24. Scharfbillig RW, Jones S, Scutter S. Sever's disease: a prospective study of risk factors. *Journal Of The American Podiatric Medical Association.* 2011 Apr 3;101(2):133–45.
25. Hadzic V, Sattler T, Topole E, Jarnovic Z, Burger H, Dervisevic E. Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis. *Isokinetics & Exercise Science.* 2009 Sep;17(3):155–60.
26. Drewes LK, McKeon PO, Casey Kerrigan D, Hertel J. Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2009 Nov;12(6):685–7.

27. Kwon O, Tuttle L, Johnson J, Mueller M. Muscle imbalance and reduced ankle joint motion in people with hammer toe deformity. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2009 Oct;24(8):670–5.
28. Backman LJ, Danielson P. Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players A 1-Year Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2011 Dec 1;39(12):2626–33.
29. Fong C-M, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics. *J Athl Train*. 2011;46(1):5–10.
30. Heinrich D, van den Bogert AJ, Nachbauer W. Relationship between jump landing kinematics and peak ACL force during a jump in downhill skiing: A simulation study. *Scand J Med Sci Sports*. 2014 Jun 1;24(3):e180–7.
31. Barton CJ, Levinger P, Webster KE, Menz HB. Walking kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome: A case–control study. *Gait & Posture*. 2011 Feb;33(2):286–91.
32. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil*. 2012 May;21(2):144–50.
33. Factors Associated With Visually Assessed Quality of Movement During a Lateral Step-down Test Among Individuals With Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2014 Oct 27;44(12):937–46.
34. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train*. 2014 Dec;49(6):723–32.

35. Ota S, Ueda M, Aimoto K, Suzuki Y, Sigward SM. Acute influence of restricted ankle dorsiflexion angle on knee joint mechanics during gait. *The Knee*. 2014 Jun;21(3):669–75.
36. Hoch MC, Staton GS, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012 Nov;15(6):574–9.
37. Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr JB, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. *Int J Sports Phys Ther*. 2013 Apr;8(2):121–8.
38. Rabin A, Kozol Z, Spitzer E, Finestone A. Ankle Dorsiflexion Among Healthy Men With Different Qualities of Lower Extremity Movement. *Journal of Athletic Training (Allen Press)*. 2014 Oct 9;49(5):617–23.
39. Papaioakovou G. Kinematic and kinetic differences in the execution of vertical jumps between people with good and poor ankle joint dorsiflexion. *Journal of Sports Sciences*. 2013 Dec 1;31(16):1789–96

Otras Referencias:

40. Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population: a two-year prospective study. *Am J Sports Med*. 2001;29(2):190-195
41. Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2006 Aug;9(4):304–9.