

UNIVERSIDADE DA CORUÑA
FACULTADE DE FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO. GRADO EN FISIOTERAPIA

EFICACIA TERAPÉUTICA DEL VENDAJE LOW-DYE Y DE SUS VARIANTES COMO MÉTODO CORRECTOR DE LA PRONACIÓN

EFICACIA TERAPÉUTICA DO VENDAXE LOW-DYE E DAS SUAS VARIANTES COMO MÉTODO CORRECTOR DA PRONACIÓN

THERAPEUTIC EFICACY OF THE LOW-DYE BANDAGE AND ITS VARIANTS AS CORRECTION METHOD OF PRONATION

Tipo de trabajo: revisión bibliográfica

Nombre: Mirian Pérez Fraga

DNI: 47439870-R

Correo electrónico: mirian.perez@udc.es

Tutora: Miriam Barcia Seoane

Fecha: junio 2015

RESUMEN

Objetivos

Revisar la evidencia científica sobre la eficacia terapéutica del vendaje low-dye y de sus variantes como medida correctora de la pronación en el complejo tobillo-pie así como determinar los cambios biomecánicos durante y después de la aplicación del mismo y tras la realización de ejercicio físico.

Material y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos MEDLINE, Scopus, Sport Discus y Web of Science. La búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2008 y 2015 en lengua inglesa, castellana o portuguesa. Las palabras clave utilizadas fueron “low-dye”, “tape”, “taping”, “bandage”, “bandages”, “anti-pronation” y “pronation”.

Resultados

Se obtienen 13 artículos, de los cuales 12 muestran efectos positivos en el tratamiento con vendajes correctores de la pronación. La variante de vendaje que presenta más estudios es el augmented low-dye seguida del low-dye.

Discusión/Conclusiones

Analizando los resultados podemos decir que los vendajes correctores de la pronación parecen ser una alternativa de tratamiento eficaz en el control de la pronación, pero faltan estudios de calidad que corroboren esta teoría.

Palabras clave (Medical Subject Headings)

- Bandages, dressing, tape, taping
- Pronation, anti-pronation tape, anti-pronation taping
- Low-dye, low-dye taping

CONTENIDO

Resumen.....	2
Palabras clave (Medical Subject Headings).....	2
Glosario de terminus.....	2
Introducción.....	6
Generalidades del trabajo.....	6
Tipo de trabajo.....	6
Motivación personal y fundamentación para la elección del trabajo.....	6
Contextualización.....	7
Recuerdo anatómico y biomecánico.....	8
Tests y pruebas de medición de exceso de pronación.....	19
Descripción del vendaje.....	20
Objetivos del vendaje.....	20
Mecanismo de acción.....	21
Variantes.....	22
Objetivos del trabajo.....	23
Material y métodos.....	24
Bases de datos empleadas.....	24
Palabras clave utilizadas.....	24
Criterios de inclusión.....	25
Criterios de exclusión.....	25
Búsqueda en Medline.....	25
Búsqueda en Scopus.....	26
Búsqueda en Sport Discuss.....	27
Búsqueda en Web of Science.....	28

Resumen de material y métodos.....	29
Resultados.....	30
Discusión.....	43
Conclusiones.....	47
Bibliografía.....	48

Glosario de términos

Low-dye (LD)

Augmented low-dye (ALD)

High-dye (HD)

Modified reverse-6 (MR6)

Arco longitudinal interno (ALI)

Articulación subastragalina (ASA)

Rango de movimiento articular (ROM)

Tibial anterior (TA)

Tibial posterior (TP)

Peroneo lateral largo (PL)

Gastrocnemio medial (GM)

Gastrocnemio lateral (GL)

Vasto medial (VM)

Vasto lateral (VL)

Recto femoral (RF)

Semitendinoso (ST)

Glúteo medio (GIM)

Abducción (ABD)

Aducción (ADD)

Rotación interna (RI)

Rotación externa (RE)

Electromiograma (EMG)

Ultrasonido (US)

Foot Posture Index (FPI)

INTRODUCCIÓN

Generalidades del trabajo

Tipo de trabajo

Revisión bibliográfica

Una revisión bibliográfica es un tipo de artículo científico que sin ser original, examina y reúne la información publicada anteriormente sobre un tema determinado ofreciendo una evaluación crítica. [1]

El concepto de “revisión bibliográfica” tiene dos acepciones en la comunidad científica. La primera, se refiere a las actividades de identificación y búsqueda de información sobre un tema determinado y a la asimilación de los conocimientos respectivos, mientras que la segunda, hace referencia a la expresión que se utiliza para designar el resumen escrito sobre la situación en que se encuentra un problema de investigación. [2]

Una de las funciones principales de la revisión bibliográfica es precisar lo que ya se sabe acerca de un problema de interés. Conocer el estado actual de conocimiento permite a los investigadores evitar la duplicación involuntaria de un estudio y concentrarse en aspectos relativamente poco explorados de un problema. [2]

Las revisiones de la literatura publicadas en la forma de “artículos de revisión” constituyen una estrategia de creciente importancia para los clínicos frente a la eclosión de la literatura biomédica de hoy. [3]

La capacidad de un profesional de la salud de incorporar eficazmente a su práctica los resultados de investigación es directamente proporcional a su capacidad de evaluar la bibliografía existente en su campo [2]. En este caso concreto, lo que se plantea es si el vendaje low-dye es un método eficaz en la práctica clínica.

Motivación personal y fundamentación para la elección del trabajo

La postura del pie humano se caracteriza fundamentalmente por la alineación de las estructuras óseas entre sí y difiere considerablemente entre los individuos. La variación de la postura normal influye en la función del pie y del miembro inferior tanto en estática como en

dinámica [4] y además, puede ser un factor contribuyente al desarrollo de patologías o lesiones a nivel de la extremidad inferior. [5]

Una de las alteraciones más frecuentes que afectan al complejo tobillo-pie es la presencia de un exceso de pronación. Dicha alteración, además de estar presente en patologías diagnosticadas y bien definidas como es el caso del pie plano [6], también tiene una gran incidencia entre la población como una alteración funcional no diagnosticada.

Entendiendo el cuerpo humano como una unidad funcional única y cuyos componentes se interrelacionan entre sí, podemos afirmar que la presencia de alteraciones posicionales en uno de los segmentos que lo forman van a influir directamente en niveles adyacentes. En este caso, la presencia de un exceso de pronación a nivel del complejo tobillo-pie va a generar cambios adaptativos en articulaciones superiores (rodilla, cadera, pelvis, columna vertebral) [6, 7] no sólo en el hemicuerpo en el que se encuentra la alteración sino que también influye en la biomecánica del miembro inferior contralateral. [8].

Como se muestra en el párrafo anterior, la presencia de alteraciones como en este caso es el exceso de pronación en el pie, genera una serie de cambios adaptativos en niveles supradacentes que pueden ser el origen de la aparición de sintomatología y el desarrollo de patologías.

La razón por la cual me decanté por este tema fueron mis primeros casos en las estancias clínicas relacionados con patología del complejo tobillo-pie. El interés por profundizar sobre los métodos de tratamiento y más concretamente sobre los vendajes funcionales para poder ofrecer un tratamiento eficaz e integral al paciente, son mis mayores argumentos para justificar este trabajo.

Con este trabajo pretendo analizar la eficacia del vendaje low-dye como método corrector de la pronación del pie, para extraer unas conclusiones que se basen en la evidencia científica.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL TRABAJO

El vendaje funcional es una técnica de tratamiento empleada con el objetivo de limitar o inhibir un movimiento que produce dolor, dejando los demás movimientos libres [9]. Tradicionalmente el objetivo de la inmovilización era fundamentalmente la curación de lesiones, pero

actualmente, no sólo tiene importancia la curación, sino que la prevención y funcionalidad de la articulación durante y después de la lesión o disfunción son clave en este contexto [10]. Los objetivos del vendaje funcional actualmente son fundamentalmente tres: terapéutico, preventivo y rehabilitador.

El vendaje funcional corrector de la pronación conocido comúnmente bajo el término “low-dye” es una técnica de tratamiento empleada en fisioterapia en el manejo del dolor y lesiones del miembro inferior [11], y situaciones relacionadas con el exceso de pronación de la articulación subastragalina y/o mediotarsiana [12] junto con las secuelas derivadas de ella [13].

Esta técnica de vendaje fue descrita en 1939 por el DR. Ralph Dye y a partir de ese momento han surgido diferentes modalidades, todas ellas modificadas del método original [12]. El low-dye y el high-dye son las dos modalidades más comunes empleadas actualmente [13] aunque existen muchas otras combinadas con otros métodos, como es el caso del augmented low-dye [14].

Recuerdo anatómico y biomecánico

El tobillo y el pie son dos estructuras que constituyen una unidad ontogénica y morfofuncional que es preciso considerar como un eslabón en la cadena cinemática del miembro inferior, de la cual constituye su región más distal. El pie no es sólo un soporte estable sobre el que se apoya y descansa el cuerpo, sino que constituye un mecanismo dinámico perfectamente preparado para posibilitar y facilitar la locomoción humana. [15]

Está formada por 26 huesos de forma irregular y 54 articulaciones unidas por unos 100 ligamentos y 32 músculos. Todas estas estructuras deben de interaccionar entre si de forma armoniosa para proporcionar un funcionamiento óptimo a dicho segmento. Este complejo articular contribuye de forma significativa al funcionamiento del miembro inferior en la interacción dinámica del cuerpo con el suelo siendo sus principales funciones el balance, soporte y propulsión del mismo. [16]

La biomecánica del complejo funcional tobillo-pie es compleja. El tobillo se encarga de transferir la carga de la extremidad inferior al pie e influye íntimamente en la orientación del pie con respecto al suelo. Además, el pie, es una parte indispensable para la realización de una marcha suave y estable. [17]

Regiones del pie

El complejo tobillo-pie se divide generalmente en tres unidades funcionales y estructurales: el antepié, mediopié y retropié. [16]

El retropié está compuesto por el calcáneo y el astrágalo y es, generalmente, el primer punto de contacto del pie con el suelo en muchas de las actividades de la locomoción. El mediopié está compuesto por los huesos escafoides, cuboides y cuneiformes y actúa como enlace entre el antepié y el retropié. Finalmente, el antepié, está compuesto por los huesos metatarsianos que junto con las cuñas correspondientes, forman una unidad funcional conocida bajo el término “radios”. [16]

Articulaciones del complejo tobillo-pie

El complejo tobillo-pie está formado por la articulación talocrural o tibioperoneoastragalina distal, subastragalina, mediotarsiana, tarsometatarsiana, y metatarsfalángicas.

Articulación talocrural

Es la articulación formada entre las superficies articulares del astrágalo y la región distal de la tibia y el peroné. La articulación talocrural está diseñada para la estabilización y el movimiento. Es considerada como una articulación con un único eje de movimiento o grado de libertad, aunque diversos autores han sugerido que se produce una rotación del astrágalo en el plano transverso. Cuando la articulación se encuentra en posición neutra, el eje de la articulación discurre a través del maléolo medial y del astrágalo pasando justo por debajo del maléolo lateral [16] (como observamos en la figura 1).

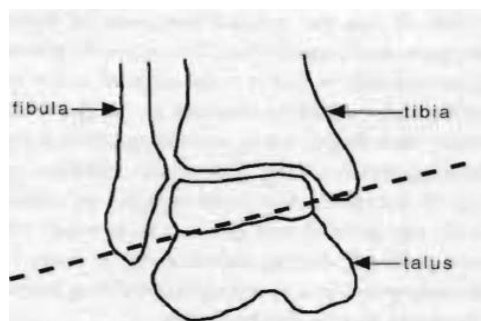


Figura 1: orientación del eje de la articulación talocrural (visión frontal)

Los principales movimientos que se producen en la articulación son la flexión dorsal y la flexión plantar. Con el movimiento de flexión dorsal, el pie adopta una posición más craneal y en ligera abducción comparándolo con la posición anatómica, mientras que con el movimiento de flexión plantar, el pie adopta una posición más caudal y en ligera aducción. El rango de movilidad normal de la articulación desde la posición neutra es de 20° para la flexión dorsal y de $30-50^{\circ}$ para la flexión plantar. [16]

Articulación subastragalina

La articulación subastragalina está formada por las superficies articulares del calcáneo y del astrágalo siendo sus principales funciones la absorción del movimiento de rotación de la extremidad inferior y la absorción de impactos durante la carga a través del movimiento de pronación del pie. El eje de movimiento de la articulación sigue una dirección oblicua desde la región postero-lateral plantar hacia la región antero-medial dorsal de la superficie del astrágalo [16] (como observamos en la figura 2).

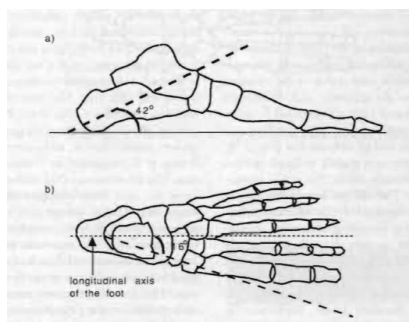


Figura 2: eje de movimiento de la articulación subastragalina

La ASA se considera que realiza un movimiento triplanar; es decir, contiene componentes de movimiento de supinación/pronación, abducción/aducción y flexión plantar/flexión dorsal sobre los ejes principales aunque los movimientos principales que lleva a cabo son la supinación y pronación [16]. Además, cuando se produce el movimiento de pronación en la articulación, aparecen componentes de movimiento asociados de rotación interna y flexión dorsal del astrágalo y eversión del calcáneo mientras que con el movimiento de supinación aparecen componentes de rotación externa y flexión plantar del astrágalo e inversión del calcáneo. El rango de movimiento normal del movimiento de pronación y supinación es de 20 a 62° teniendo el doble de rango el movimiento de supinación. [16]

Articulación mediotarsiana

Es una articulación compuesta por la articulación astragaloescafoidea y calcaneocuboidea. Estas dos articulaciones adoptan una estructura con forma de S que actúa como división del antepié y mediopié y proporciona además, la transmisión de fuerzas del retropié hacia el antepié. [16]

Se mueve sobre dos ejes independientes, uno longitudinal anteroposterior (ligeramente inclinado en dirección ascendente y medial) y uno oblicuo (paralelo al eje de la articulación astragaloescafoidea). A través de ambos ejes tienen lugar los movimientos de supinación y pronación que dependen directamente de la posición de la articulación subastragalina. Cuando el retropié se encuentra en posición neutra, los ejes de la articulación mediotarsiana convergen ligeramente por lo que la movilidad es media. En el caso de que el retropié se encuentre en supinación, dichos ejes convergen mucho más, por lo que la movilidad en dicho nivel disminuye. Sin embargo, si el retropié se encuentra en pronación, los ejes prácticamente son paralelos entre sí aumentando por lo tanto, la movilidad de dicho segmento. [16]

Articulación tarsometatarsia

Están formadas por la unión de las carillas articulares de las bases de los cinco metatarsianos, los tres cuneiformes y el hueso cuboide. Cada una de estas articulaciones junto con sus estructuras asociadas son denominadas "radios". [16]

Los ejes del primer y quinto radio son oblicuos (figura 3). El eje del primer radio permite la realización de movimientos de flexión dorsal acompañados de inversión y aducción, y movimientos de flexión plantar acompañados de eversión y abducción. Sin embargo, a pesar de poseer la misma orientación, los movimientos del quinto radio son opuestos a los del primero, produciéndose el movimiento de flexión dorsal acompañado de eversión y abducción y el de flexión plantar acompañado de inversión y aducción. [16]

Los ejes del segundo y cuarto radio también poseen una disposición oblicua pero en menor medida que el primer y quinto radio. El eje del tercer radio es el que permite predominantemente el movimiento de flexión dorsal y flexión plantar. [16]

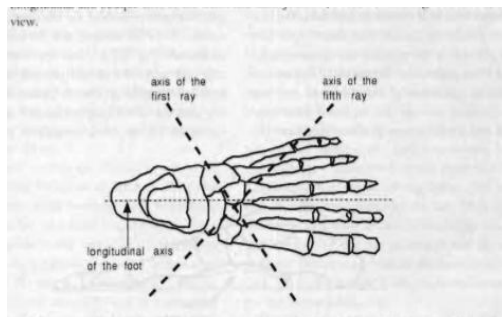


Figura 3: ejes del primer y quinto radio de la articulación tarsometatarsiana (vista anterior)

Articulaciones metatarsofalángicas

Las articulaciones metatarsofalángicas son articulaciones biaxiales que contienen dos grados de libertad o movimiento, flexión dorsal/flexión plantar y movimientos de aducción/abducción. El grado de movimiento de estas articulaciones varía dependiendo de si los movimientos se realizan con actividades en carga o en descarga. Estas articulaciones permiten al pie actuar como “bisagra” con el objetivo de que el talón se separe del suelo en la fase de despegue de la marcha. [16]

Arcos del pie

Los huesos del pie están dispuestos de tal forma que desde una visión inferior o plantar, adoptan una forma cóncava. Esta concavidad que presenta el pie en ambos sentidos se denomina bóveda plantar. La bóveda está compuesta por dos arcos longitudinales (medial y lateral) y uno transversal. [18]

El arco longitudinal medial está formado por el calcáneo, astrágalo, escafoides, los tres cuneiformes y los tres metatarsianos mediales. Es más flexible y más alto que el arco longitudinal lateral y además, juega un papel clave en la absorción de las fuerzas de contacto del pie con el suelo. El arco longitudinal lateral está formado por el calcáneo, cuboides y los dos metatarsianos laterales. No es tan alto como el arco longitudinal medial ya que en condiciones normales, se encuentra en contacto con el suelo. El arco transversal es perpendicular a los arcos longitudinales y se hace más evidente en las bases de los metatarsianos pero también puede observarse a nivel de la región anterior del tarso. [16]

Estos arcos están soportados por ligamentos, tendones, la fascia plantar y por la musculatura intrínseca y extrínseca del pie. Además, están diseñados para facilitar las funciones del pie en

carga y son fundamentales para que el pie pueda llevar a cabo las funciones de absorción de fuerzas y adaptación a los cambios del terreno. [16]

Fascia plantar

La fascia plantar es una estructura fibrosa aponeurótica extremadamente compleja tanto en su funcionamiento como en su estructura. Se extiende desde el calcáneo a lo largo del tarso, articulaciones metatarsofalángicas alcanzando las articulaciones interfalángicas proximales. La fascia actúa como un “cable” situado entre el talón y los dedos que a través de su elongación constituye un mecanismo clave en la absorción de impactos. Además, también previene el colapso del arco longitudinal durante la bipedestación previniendo la flexión pasiva de los dedos que podría causar relajación a nivel de la fascia y por lo tanto, un descenso del arco longitudinal. [16]

Ligamentos del complejo tobillo-pie

El sistema ligamentario juega un papel fundamental en la estabilidad del tobillo en el que están incluidas las articulaciones subastragalina y tibioperonea-astragalina distal. La articulación tibioperonea-astragalina distal está reforzada por tres ligamentos colaterales laterales y uno medial.

Ligamentos colaterales laterales [19]

- Ligamento peroneoastragalino anterior: se origina en el borde anterior del maléolo lateral, discurre horizontalmente y ligeramente inferior para insertarse a nivel del cuello del astrágalo.
- Ligamento peroneocalcáneo: se origina a nivel del maléolo lateral insertándose a nivel de la cara lateral del calcáneo. Su principal característica es su orientación en dirección posterior adoptando un ángulo de 45° en relación al eje del maléolo lateral.
- Ligamento peroneoastragalino posterior: se extiende horizontalmente desde la cara posterior del maléolo lateral hasta la cara posterior del astrágalo.

Ligamento colateral medial [20]

Es un complejo ligamentario con múltiples componentes formado por:

- Banda fibrosa profunda, corta y aplanada que se extiende desde la cima del maléolo medial hasta la cara medial del astrágalo.
- Porción superficial en la que diferenciamos: ligamento tibioescafoideo (con inserción a nivel distal en el tubérculo del escafoides), ligamento tibioastragalino y tibiocalcáneo (que se extiende al sustentáculum tali).

La articulación subastragalina tiene su propio sistema ligamentario en el que se encuentra:

Ligamento interóseo

Une el astrágalo con el calcáneo a nivel del seno del tarso. Está compuesto por bandas fibrosas diagonales verticales mezcladas con tejido adiposo orientadas con una oblicuidad de 35° aproximadamente en relación al plano frontal y es considerado el pivote central de la estabilidad de rotación de la ASA. [19]

Ligamentos colaterales medial, posterior, lateral (inconstante) y anterolateral o ligamento cervical

Este último es el que se encarga de unir el cuello del astrágalo con la cara lateral del calcáneo y es el primer estabilizador anterolateral de la articulación subastragalina. [19]

En relación a la articulación mediotarsiana, cabe destacar:

Ligamento en Y de Chopart o ligamento bifurcado

Se origina en la tuberosidad mayor del calcáneo y se inserta en el cuboides y escafoides. [19]

Ligamento calcáneo cuboideo inferior

Se encuentra por debajo de la fascia plantar y está formado por un fascículo superficial y otro profundo. [19]

Ligamento calcáneoescafoideo plantar o spring ligament

Actúa a modo de hamaca sosteniendo el astrágalo a nivel interno. Tiene una función clave en el mantenimiento de la integridad funcional y morfológica del astrágalo en el ALI. Algunos autores lo consideran una expansión de la cápsula articular debido a la estrecha relación que mantienen.[19]

Músculos del pie

El pie está formado por 32 músculos (13 extrínsecos y 19 intrínsecos) que controlan sus acciones. Todos los músculos extrínsecos a excepción de los gastrocnemios, soleo y plantar, llevan a cabo su acción atravesando las articulaciones subastragalina y mediotarsiana. Los músculos juegan un papel importante en la resistencia de impactos de alta intensidad mientras que son las estructuras pasivas, las que almacenan la energía para retornar posteriormente a la posición inicial del movimiento. [16]

Los principales músculos intrínsecos del pie son el flexor corto del primer dedo, abductor y aductor del primer dedo, flexor corto de los dedos, flexor corto y abductor del quinto dedo, extensor corto de los dedos, cuadrado plantar, lumbricales e interóseos dorsales y plantares. Estos músculos no tienen una función general como es el caso de la musculatura extrínseca pero sí que tienen múltiples funciones específicas. Hay otros músculos intrínsecos a nivel del complejo tobillo-pie, pero tienen una menor importancia en relación al funcionamiento biomecánico del pie. [16]

El pie normal

El pie junto con la extremidad inferior y el resto del cuerpo forman una unidad funcional que debe actuar conjuntamente en la realización de actividades en carga. Cuando se produce una alteración en cualquiera de estos tres eslabones, el resto de estructuras serán afectado su funcionamiento. [21]

Hace tres décadas, Root et al. publicaron un libro en el que se incluían ocho criterios que representaban la estructura ideal del pie y del miembro inferior. Debido a que muchas personas presentaban una estructura normal pero no cumplían cada uno de los ocho criterios, se ha establecido como un pie con un funcionamiento normal aquel que cumple los siguientes puntos: función normal durante la marcha, no presencia de dolor, deformidad o historia de traumatismo importante o cirugía. [21]

El movimiento global del pie es complejo y se realiza en torno a tres ejes de movimiento y sobre tres planos. La flexión-extensión tiene lugar en el plano sagital, la abducción-aducción tiene lugar en el plano transversal y la supinación-pronación tiene lugar en el plano frontal. El movimiento de pronación y supinación son términos comúnmente usados para describir el posicionamiento de la superficie plantar del pie y tienen lugar principalmente en la articulación subastragalina. [17]

El movimiento de pronación se define desde un punto de vista teórico como una combinación de movimientos menores de eversión del calcáneo, flexión plantar y abducción del astrágalo [13], que además, tiene una función clave en la absorción de fuerzas y transmisión de cargas durante la fase de media estancia en el ciclo de la marcha [10, 22]. Cuando la articulación subastragalina permanece en pronación más allá de la fase de media estancia en el ciclo de la marcha hablamos de que existe “exceso de pronación”. El exceso de ROM y la pronación tardía son alteraciones consideradas también como movimientos de pronación anómalos. Todas estas alteraciones, puede resultar en un aumento de estrés en estructuras tisulares y cambios en la alineación articular siendo un factor de riesgo predisponente de lesión. [12]

La acción combinada de las articulaciones del pie

Las articulaciones del pie funcionan de forma coordinada entre sí proporcionándole al pie una función dinámica y unitaria. Estas acciones están muy integradas y normalmente, la acción de una única articulación, resulta en un movimiento compensatorio de otra articulación. Los movimientos de pronación y supinación del pie ilustran perfectamente estos movimientos compensatorios. El movimiento de pronación que se produce en la ASA genera que la articulación mediotarsiana, adopte una posición y lleve a cabo un movimiento directamente dependiente; es decir, ambas articulaciones están interrelacionadas y el funcionamiento de una depende del funcionamiento de la otra y viceversa [21].

Cuando el retropié se encuentra en una posición de pronación, los dos ejes de la articulación mediotarsiana adoptan una posición paralela de tal forma que el pie tendrá mucha capacidad de movilidad y de absorción de fuerzas y hace que el antepié, además, tenga la capacidad de flexionarse libremente. Por el contrario, cuando el retropié adopta una posición de supinación, los dos ejes de movimiento de la articulación mediotarsiana convergen de tal forma que la articulación permanece bloqueada convirtiendo al pie en una estructura rígida. [21]

Función normal y anormal del pie en bipedestación

Durante la bipedestación, el centro de gravedad de una persona en condiciones normales debería situarse entre ambos pies. Para mantener esta posición, los músculos del miembro inferior se contraen manteniendo ese balance de fuerzas y ajustando las desviaciones del centro de gravedad. En un pie normal, durante la bipedestación estática, el músculo gastrocnemio se contrae intermitentemente para mantener el centro de gravedad más adelantado que el eje de la articulación del tobillo. Este músculo ejerce un momento de flexión

plantar a través del eje de la articulación del tobillo para contrarrestar el momento de flexión dorsal del centro de gravedad. [21]

Existen un gran número de deformidades estructurales que pueden causar una desviación del eje de la ASA (figura 4). En la desviación medial, el eje de la ASA se traslada medialmente y rota internamente en comparación con la localización del eje en condiciones normales. Como resultado, se produce un aumento del momento de pronación y una disminución del momento de supinación debido a la acción de las fuerzas de reacción del suelo en las estructuras a nivel de la superficie plantar y de la acción de las tensiones ligamentosas y musculares en los huesos del pie. Por lo tanto, un pie con una desviación medial del eje de la articulación subastragalina, probablemente adoptará una posición de pronación máxima durante la bipedestación y durante la realización de otras actividades en carga. [21]

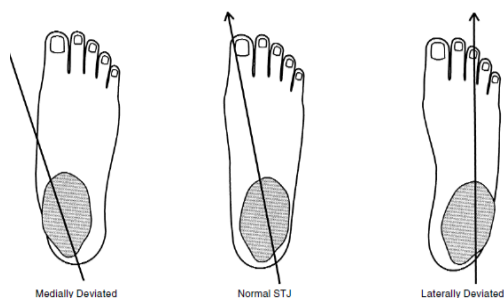


Figura 4: orientación del eje de la articulación subastragalina (eje con desviación medial, eje en posición normal, eje con desviación lateral)

La desviación lateral del eje de la ASA es causada fundamentalmente por deformidades estructurales que generan una traslación lateral o rotación externa en comparación con la posición normal del eje. En un pie en el que esté presente dicha desviación, los momentos de pronación disminuyen mientras que los momentos de supinación aumentan, resultando en un aumento final del momento de supinación. [21]

Estos cambios sutiles pero objetivables en la localización espacial del eje en relación a la región plantar del pie son las principales causas de la mayoría de las patologías biomecánicas de pie y del miembro inferior. Cambios de tan solo 2 mm en la localización del eje, pueden alterar el balance de momentos de acción en el pie y ser el factor desencadenante del desarrollo de una patología biomecánica. [21]

Función normal y anormal del pie durante la marcha

Durante la marcha, el pie se comporta de forma similar a la acción de un péndulo, transfiriendo el centro de gravedad desde la región posterior hacia la región anterior. El método energético más eficiente en el movimiento del cuerpo de un punto a otro es el desplazamiento del centro de gravedad en línea recta y a una velocidad constante siendo el pie una estructura que emplea dicho mecanismo, ahorrando de esta forma energía, y realizando un trabajo mínimo. [21]

Inicialmente, durante la fase de contacto y el inicio de la fase de media estancia de la marcha, la ASA realiza un movimiento de pronación. Esta pronación permite que se produzca un aumento del ROM de la articulación mediotarsiana e intertarsiana permitiendo que el pie absorba las fuerzas y se adapte al terreno. Cuando la ASA no realiza correctamente el movimiento de pronación durante la fase de contacto de la marcha suelen aparecer lesiones o disfunciones por impactos repetitivos. [21]

Durante la fase tardía de media estancia de la marcha en un pie normal, el centro de gravedad se desplaza a lo largo del pie. La tibia, fémur y pelvis deberían rotar externamente en relación al plano del suelo, permitiendo que la pierna contralateral avance. Para que esta rotación externa tenga lugar, debe ir acompañada de un movimiento de supinación de la ASA. Cuando en esta fase se observan restos de pronación o no se genera el movimiento de supinación en el momento adecuado o correctamente, es probable que estas alteraciones sean la causa de patologías biomecánicas como fascitis plantar, neuromas intermetarsianos, hallux limitus, hallux valgus, sesamoiditis y dolor de espalda entre otras. [21]

Después de la fase de despegue del talón, la ASA debe realizar un movimiento de supinación. El movimiento de supinación produce que la cabeza del astrágalo rote externamente y se traslade en dirección supratral en relación a la región anterior del calcáneo, posicionando a la articulación astrágaloescafoidea superiormente y ligeramente menos medial en relación a la articulación calcáneoconoidea. Esta alineación más vertical ente ambas articulaciones, le proporciona al pie mayor resistencia para soportar la potencia de los momentos de flexión dorsal que se producen a lo largo de la articulación mediotarsiana como resultado de la acción de las fuerzas de reacción del suelo en la superficie plantar de las cabezas de los metatarsianos. [21]

Test y pruebas de medición de exceso de pronación del pie

“Navicular drop” o descenso del escafoides

El “navicular drop” es un test clínico muy simple que identifica la posición de eversión del pie y describe el rango de movilidad del mediopié en el plano sagital cuantificando el cambio vertical en la altura del tubérculo del escafoides. Ha sido sugerido por muchos autores como uno de los parámetros clínicos más apropiados en la valoración de la eversión del pie, siendo un indicador válido y fiable de la movilidad de la ASA y del retropié. Además, presenta un nivel alto de fiabilidad intra-observador y un nivel medio de fiabilidad inter-observador. [23, 24]

“Arch Index”

Representa el ratio del área del tercio medio de la huella plantar en relación al área total excluyendo los dedos. Fue desarrollada por Cavanagh y Rogers en 1987 y actualmente cuenta con una alta fiabilidad y correlación con el test de descenso del escafoides. Un ratio alto indica un pie que presenta una posición de descenso de los arcos. [25]

Foot Posture Index

Es empleado como una herramienta clínica de cuantificación multisegmental de la alineación estática del pie en los tres planos de movimiento y de clasificación del pie en diferentes grupos. El índice está compuesto por seis criterios individuales a los que se someten a una escala de cinco valores (de - 2 a + 2). Los valores más negativos indican una posición del pie más supinada mientras que los más positivos indican una posición del pie más pronada. Las puntuaciones del FPI están compuestas finalmente por valores entre - 12 y + 12 estableciéndose los siguientes criterios de clasificación [26]:

- Postura de alta pronación: +10 puntos o más.
- Postura de pronación: +6 a +9 puntos.
- Postura normal: 0 a +5 puntos.
- Postura de supinación: - 4 a -1 puntos.
- Postura de alta supinación: menor o igual que - 5 puntos.

Descripción del vendaje

El vendaje low-dye es un tipo de vendaje funcional que se aplica en el complejo tobillo-pie como método de control del exceso de pronación de la ASA. El vendaje original consiste en una tira ancha de tape rígido dirigida desde la cabeza del primer metatarsiano hacia la cara posterior del talón pasando por debajo de los dos maléolos para finalizar en la cabeza del quinto metatarsiano. A continuación, se colocan tiras activas de tape desde la cara lateral de pie hacia la cara medial con el pie colocado previamente en posición de supinación. [11].



Figura 5: vendaje low-dye clásico

A lo largo del tiempo, han sido descritas muchas modificaciones del low-dye: adición de una tira en X en la cara plantar, incorporación de eversión en el antepié y flexión dorsal del primer radio al igual que la aplicación de las tiras de la cara plantar en la dirección opuesta (de medial a lateral). A pesar de todas estas modificaciones, el objetivo y la finalidad son similares.

Objetivo del vendaje

El objetivo principal del low-dye es frenar y reducir el rango de pronación del pie creando una fuerza de supinación externa. Esta fuerza hace que el arco longitudinal interno del pie aumente en altura, colocando a la articulación subastragalina en posición neutra. [12]

Mecanismo de acción

Paradigma biomecánico

Se fundamenta en la hipótesis de que el tape tiene la capacidad de corregir la postura del pie, controlar el movimiento de pronación y disminuir el estrés en estructuras de la superficie plantar del pie. [11]

La eficacia de todo vendaje funcional reposa sobre la propiedad de sustitución de la acción fisiológica para conseguir estabilidad articular y limitar los movimientos no deseados. Está condicionada principalmente por la colocación de las tiras y por la resistencia a la fatiga con el uso. [10]

El low-dye actúa de tal forma que aumenta el arco longitudinal interno frenando la caída del escafoides, genera una transferencia de presiones hacia la región plantar-lateral del pie controlando que no se produzca un exceso de pronación [27] y disminuye la rotación interna tibial [28].

Paradigma neurofisiológico

Las alteraciones posturales o estructurales a nivel del complejo tobillo-pie como puede ser la presencia de valgo o exceso de pronación generan un aumento de la actividad muscular en los músculos de la pierna además de otras muchas alteraciones en niveles supradyacentes. [29]

El paradigma neurofisiológico se fundamenta en la hipótesis de que el vendaje una vez colocado, estimula los receptores sensoriales a través de la superficie de contacto o del estiramiento de la piel, generando inputs sensoriales hacia el sistema nervioso central que influyen en la percepción y ejecución del movimiento. [11]

Estos estímulos conducen en última instancia a que se produzcan cambios en la activación muscular durante la marcha o carrera; de tal forma que, con su aplicación, conseguimos una disminución de actividad en músculos como el tibial anterior y tibial posterior [30] y gastrocnemio medial [29].

Paradigma psicológico

Además de los cambios biomecánicos y neurofisiológicos que se producen con la aplicación del low-dye, existe la hipótesis de que en gran medida sus efectos se deben al efecto psicológico

que genera en la personas el vendaje. [11] El vendaje proporciona confianza y seguridad, ya que genera una sensación de comodidad y estabilidad. [10]

Lo más probable es que exista una interacción de todos los mecanismos, proporcionando un soporte mecánico a través de la limitación del rango articular mediante un incremento en la resistencia del movimiento y reduciendo el tiempo de reacción del músculo para contraerse mediante la estimulación de la piel a través del mecanismo propioceptivo. [10]

Variantes

El Dr. Ralph Dye también describe el “high-dye o augmented low-dye”. El vendaje difiere con el low-dye en que contiene una extensión de las tiras de tape hacia la región distal de la pierna. [11]

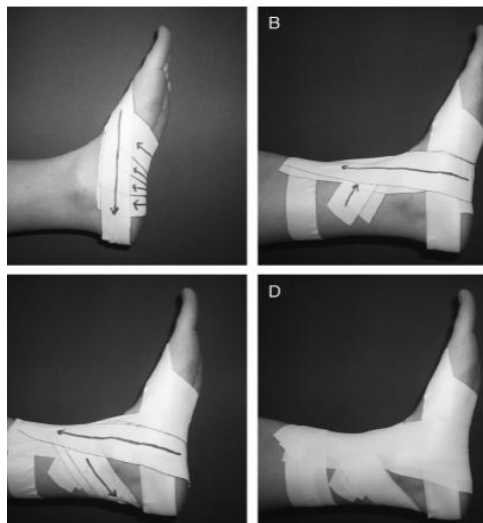


Figura 6: augmented low-dye o high-dye

La técnica augmented low-dye se basa en la propuesta original creada por el Dr. Ralph Dye. En primer lugar, se realiza la técnica de vendaje original, descrito ya anteriormente (como se muestra en la imagen A de la figura 6). A continuación se aplican tres tiras de tape con la técnica “reverse-6” o “tiras en 6” (imagen B). Superpuestas sobre estas, se colocan dos tiras con la técnica de cabestrillo para el calcáneo, ancladas al tercio inferior de la pierna (Imagen C). La técnica finaliza con unas tiras de anclaje proximal justo por encima de los maléolos (imagen D). [6]

La técnica reverse-6 consiste en la aplicación de unas tiras en forma de “6” que parten del maléolo medial, discurren por la cara dorsal del tobillo, cruzan la parte medial del pie y de la pierna finalizan justo proximalmente a donde se iniciaron. [30]

La técnica de cabestrillo para el calcáneo consiste en la aplicación de unas tiras que comienzan en la parte anterior del tercio distal de la pierna (donde previamente colocamos el anclaje), discurre en dirección posterior y distal cubriendo el tendón de Aquiles y oblicuamente al talón, pasando por debajo de la superficie plantar y ascendiendo por la cara medial del retropié y mediopié para finalizar donde se inició. El vendaje finaliza colocando tres tiras de cierre. [30]

Además de resistir las fuerzas mediales asociadas al exceso de pronación, el vendaje, debido a la colocación de las tiras activas hacia el tercio distal de la pierna, tiene la capacidad de controlar en cierta medida inestabilidades de tobillo. [13]

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo principal

Revisar la evidencia científica sobre la eficacia terapéutica del vendaje low-dye y de sus variantes como medida correctora de la pronación en el complejo tobillo-pie.

Objetivos secundarios

Determinar los cambios biomecánicos que se producen a nivel del complejo tobillo-pie durante y después de la aplicación del vendaje.

Determinar la eficacia post-aplicación del vendaje low-dye y de sus variantes antes, durante y después de la realización de ejercicio físico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Bases de datos empleadas

Para realizar esta revisión se lleva a cabo una búsqueda en las bases de datos Medline, Scopus, Sport Discuss y Web of Science.

Palabras clave utilizadas

Bandages (vendajes):

- Material utilizado para envolver o vincular cualquier parte del cuerpo.
- *Material used for wrapping or binding any part of the body. (Pubmed 1982-1989)*

Pronation (pronación):

- Se aplica al conjunto de movimientos del antebrazo que resultan en el posicionamiento de la palma de la mano hacia atrás o hacia abajo. Cuando se hace referencia al pie, es una combinación de movimientos de eversión y abducción en las articulaciones del tarso y del metatarso (girando el pie hacia arriba y en dirección de la línea media del cuerpo).
- *Applies to movements of the forearm in turning the palm backward or downward. When referring to the foot, a combination of eversion and abduction movements in the tarsal and metatarsal joints (turning the foot up and in toward the midline of the body). (Pubmed 1988)*

Low-dye, Low-dye taping Low-dye tape:

- Técnica de vendaje funcional usada en fisioterapia en el tratamiento de síntomas de miembro inferior relacionados con excesos de pronación del pie [21] consistente en la aplicación de venda en la región inframaleolar y en la superficie plantar [12].

Anti-pronation tape, anti-pronation taping:

- Técnica de vendaje funcional usada en fisioterapia en el tratamiento de síntomas de miembro inferior relacionados con excesos de pronación del pie [21].

Tape, taping, dressing:

- Material utilizado para envolver o vincular cualquier parte del cuerpo.
- *Material used for wrapping or binding any part of the body (Pubmed).*

Criterios de inclusión

- Artículos publicados entre los años 2008 y 2015.
- Artículos en lengua española, inglesa y portuguesa.
- Ensayos clínicos intervencionales y meta-análisis.
- Mujeres y hombres mayores de 18 años.

Criterios de exclusión

- Ensayos clínicos no intervencionales (revisiones bibliográficas y protocolos de estudios).
- Participantes en el estudio con cirugías previas, deformidades o patología conocida en el miembro inferior (excluyendo las alteraciones relacionadas con el exceso de pronación del pie, fascitis plantar o dolor tras la realización de ejercicio).
- Participantes en el estudio con patología cardíaca y/o neurológica, trastornos macrovasculares y/o de la coagulación sanguínea.
- Participantes en el estudio con alteraciones biomecánicas que afecten a la marcha incapacitándola o limitándola.

Búsqueda en Medline

Para realizar la revisión de la bibliografía existente en Medline se emplearon dos búsquedas con términos diferentes expuestas en la tabla 1.

De la primera búsqueda tras aplicar los criterios de inclusión/exclusión se obtuvieron 14 artículos de los cuales se excluyeron dos debido a la falta de disponibilidad de los mismos. Como resultado final de esta búsqueda contamos con un total de 12 artículos que se adaptan a los criterios de inclusión planteados de la presente revisión.

En referencia a la segunda búsqueda realizada, se obtuvieron 19 artículos tras aplicar los filtros de año de publicación e idioma. De esos 19 resultados, se descartaron 11 por no ajustarse a los criterios de inclusión y uno por no estar disponible. Como resultado final contamos con 7 artículos, estando presentes 6 de ellos en la búsqueda anterior.

Ecuación de búsqueda/Filtros	Nº de artículos encontrados
(tape[tiab] OR taping[tiab] OR Bandages[Mesh] OR Bandages[tiab] OR Bandage[tiab]) AND "low-dye"[tiab]	28 Resultados
Fecha de publicación (2008-2015)	14 resultados
Idiomas (inglés, español y portugués)	14 resultados
(((anti-pronation[tiab]) OR pronation[tiab]) OR "Pronation"[Mesh]) AND ((tape[tiab] OR taping[tiab] OR Bandages[Mesh] OR Bandages[tiab] OR Bandage[tiab]))	45 Resultados
Fecha de publicación (2008-2015)	19 Resultados
Idioma (inglés, español y portugués)	19 Resultados

Tabla 1: Sistema de búsqueda en Medline

El motivo por el que se realizaron dos búsquedas diferentes fue que con los términos “low-dye” y “anti-pronation” obtenía un número diferentes de resultados realizando la búsqueda por separado mientras que la inclusión de ambos en la misma ecuación de búsqueda significaba una reducción del número de resultados válidos.

Búsqueda en Scopus

Se llevó a cabo una búsqueda avanzada con los términos de búsqueda: TITLE-ABS-KEY ("low-dye tape") OR TITLE-ABS-KEY ("low-dye taping") OR TITLE-ABS-KEY ("anti-pronation tape").

Además de restringir la búsqueda al título, resumen y palabras clave, se tuvieron en cuenta como límites años de publicación entre el 2008 y el 2015 y que dichas publicaciones sean artículos científicos. La búsqueda realizada se expone en la tabla 2.

De los 15 resultados obtenidos, se excluyen finalmente dos artículos por no ajustarse a los criterios de inclusión y tres no se encontraban disponibles en la red, mientras que los 10 restantes ya aparecían en Medline.

Ecuación de búsqueda/Filtros	Nº de artículos encontrados
TITLE-ABS-KEY (("low-dye taping" OR "low-dye tape" OR "anti-pronation tape" OR "anti-pronation taping"))	34 Resultados
Fecha de publicación (2008-2015)	15 resultados
Idiomas (inglés)	15 resultados

Tabla 2: Sistema de Búsqueda en Scopus

Sport Discuss

Se llevó a cabo una búsqueda avanzada con los siguientes términos: (((taping OR tape OR (bandages and dressing)) AND (low dye OR low-dye))).

De la búsqueda inicial sin ningún tipo de filtro se obtuvieron 27 resultados. Tras aplicar los filtros de año de publicación e idioma, se obtuvieron 10 resultados de los cuales 2 artículos no estaban disponibles en la red y 2 no cumplían los criterios de inclusión. Los 6 restantes ya estaban contenidos en Medline. La búsqueda realizada se expone en la tabla 3.

Ecuación de búsqueda/Filtros	Nº de artículos encontrados
("low-dye taping" OR "low-dye tape" OR "anti-pronation tape" OR "anti-pronation taping")	27 Resultados
Fecha de publicación (2008-2015)	10 resultados
Idiomas (inglés, castellano)	10 resultados

Tabla 3: Sistema de búsqueda en Sport Discuss

Búsqueda en Web of Science

Se llevó a cabo una búsqueda avanzada con los términos: “low-dye taping” OR “low-dye tape” OR “anti-pronation tape” OR “anti-pronation taping”. Obtuvimos 34 resultados tras la realización de la búsqueda sin ningún tipo de filtro. La búsqueda se expone en la tabla 4.

Tras la aplicación de los filtros de año de publicación e idioma, obtuvimos 17 resultados. Dos de ellos no están disponibles y los tres últimos descartados no se ajustan a los criterios de inclusión. Finalmente, se obtuvieron 12 resultados válidos, todos ellos presentes en la búsqueda realizada en Medline.

Ecuación de búsqueda/Filtros	Nº de artículos encontrados
(“low-dye taping” OR “low-dye tape” OR “anti-pronation tape” OR “anti-pronation taping”)	35 Resultados
Años de publicación (2008-2015)	19 resultados
Idiomas (inglés)	17 resultados

Tabla 4: Sistema de búsqueda en Web of Science

Para finalizar este apartado de material y métodos se presenta la figura 7 a modo de esquema de las bases de datos empleadas y los resultados obtenidos.

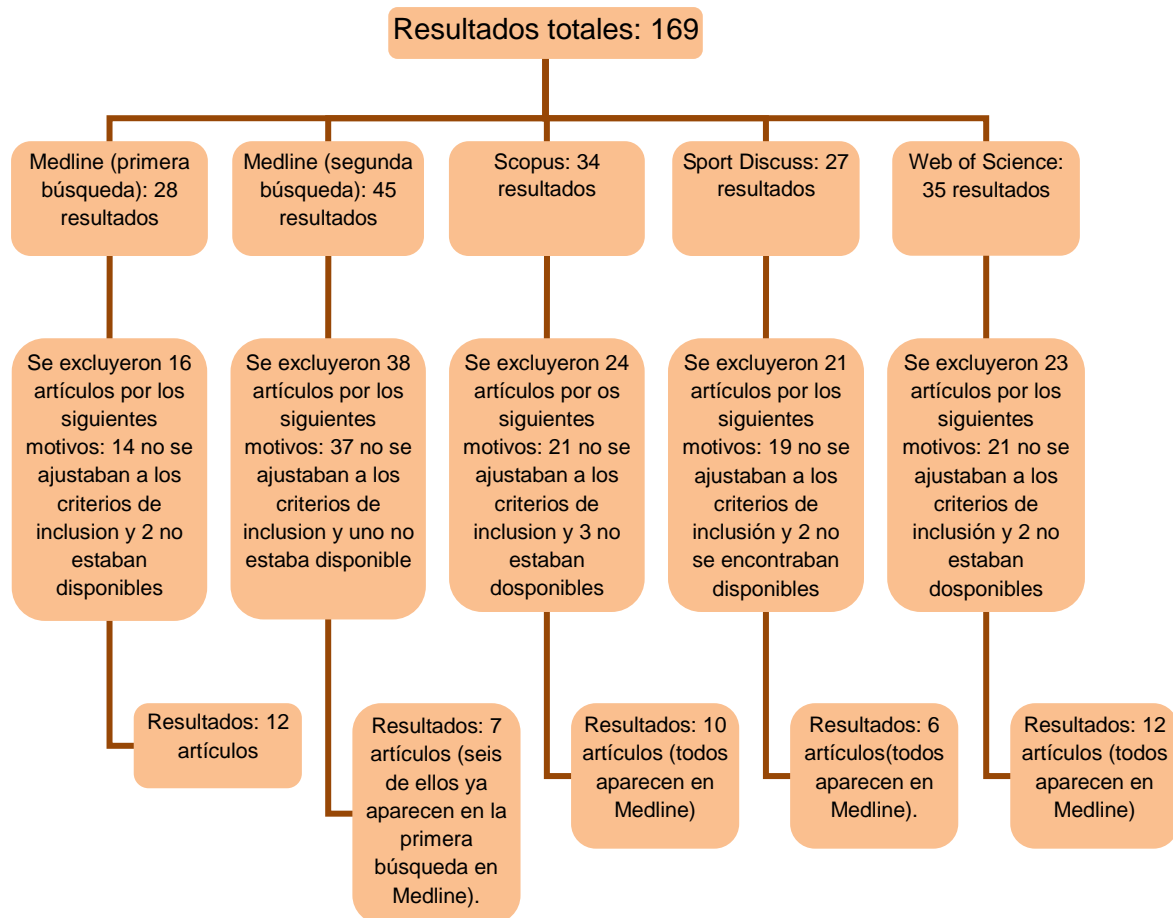


Figura 7: Resumen de resultados de las búsquedas en las diferentes bases de datos

RESULTADOS

Ente los 13 artículos que cumplieron nuestros criterios de inclusión y por lo tanto, forman parte de nuestro trabajo, se encuentran:

1. *“A comparison of augmented low-dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture” [29]*

“Comparación entre el vendaje augmented low-dye y órtesis de tobillo en la actividad muscular del miembro inferior en adultos con descenso del arco del pie”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es investigar el efecto que tienen el vendaje funcional ALD y las órtesis de tobillo en la actividad muscular del miembro inferior en individuos que presentan descenso del arco del pie. 26 adultos fueron incluidos en la realización del estudio (13 hombres y 14 mujeres), todos ellos con descenso del arco del pie. Fueron excluidos del estudio todos aquellos que presentaban síntomas macrovasculares, disfunciones neuromusculares, alteraciones biomecánicas que afecten a la habilidad de caminar y menores de 18 años. Para determinar la presencia de descenso del arco del pie, realizaron dos protocolos: uno clínico basado en el “arch index” y en la altura normal del escafoides y otro radiográfico, basado en la realización de cuatro mediciones de los ángulos del pie.

Los dos métodos de tratamiento estudiados fueron el vendaje ALD y las órtesis de tobillo.

El estudio consiste en que los participantes caminen descalzos a una velocidad establecida previamente a lo largo de un pasillo de 9 metros. Completaron seis vueltas al circuito con el vendaje colocado y otras seis con la órtesis. Previamente a la realización de la prueba se recogieron señales EMG del TP, TA, PL y GM analizando posteriormente los datos del pico de amplitud de activación y el pico del tiempo de amplitud de activación y los datos recogidos por los sensores de la planta del pie de la tercera y cuarta zancada.

En cuanto a los resultados, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos de tratamiento siendo el vendaje ALD el que muestra una mayor disminución de la activación EMG y un pico de amplitud de activación EMG más temprano en el TP en comparación con la órtesis y el pie descalzo. El pico de amplitud de activación EMG más temprano fue el del TA con la aplicación de órtesis en comparación con el pie descalzo. En los otros músculos, también se observan estas modificaciones cuando comparamos las dos técnicas de tratamiento con el pie descalzo. Por lo tanto, ambas técnicas tienen evidencia

científica en la reducción de la actividad muscular del TA, TP y PL durante la marcha siendo el vendaje ALD el que presenta un mayor efecto sobre el TP.

2. *“An assessment of strapping techniques commonly used for pronated foot deformities” [13]*

“Valoración de las técnicas de vendaje usadas comunmente en las deformidades de pronación del pie”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es determinar los cambios que se producen en las presiones plantares tras la aplicación de cuatro técnicas diferentes de vendaje (low-dye y high-dye) en el pie y en el tobillo.

El estudio está formado por 20 participantes asintomáticos con edades comprendidas entre 18 y 45 años que presentan pie pronado (FPI > 8). Se excluyeron individuos con lesión recurrente o historia de patología de miembro inferior, lesión o dolor durante la marcha en los 12 meses previos al inicio del estudio, alteraciones visuales o de la marcha, menores de 18 años y mayores de 45, FPI inferior a 8, alergia a la venda e historia médica de inflamación sistémica.

Se realizaron mediciones del pico de presión plantar y presión media, media máxima y pico máximo de presiones, curvas presión-tiempo, centro de presión y tiempo de contacto total con una plataforma de presiones. Cada participante fue valorado mientras caminaba descalzo a lo largo de un pasillo de 10 metros sin el vendaje colocado para actuar como grupo control y a continuación, se realizaron las mediciones con cada una de las cuatro técnicas de vendaje a estudio. El vendaje fue aplicado en la pierna dominante de cada sujeto.

En relación a los resultados obtenidos, se observa un descenso del pico de presión debajo de la segunda articulación metatarsofalángica del 31.8% y un aumento bajo la tercera, cuarta y quinta metatarsofalángica del 75%. El mayor desplazamiento lateral de las presiones se obtuvo con los vendajes 1, 2 y 4.

		Vendaje 1: LD	Vendaje 2: LD	Vendaje 3: HD	Vendaje 4: HD
Antepié	Región lateral		↑media de presión		
	Región medial	↓media de presión	↓pico y media de presión (< que en el vendaje 1)		↓media de presión
Mediopié	Región lateral	↑pico y media de presión	↑pico y media de presión	No se produce aumento de la media de presiones	↑pico de presión pero no de la media de presiones
	Región medial	↑pico de presión			↑pico de presión
Retropié	Región lateral	Aumento de la media de presión en comparación con el grupo control. El vendaje 2 produce un mayor aumento seguido del 4 y del 1			
	Región medial	No se han encontrado diferencias en el pico y media de presiones plantares entre el grupo control y los cuatro tipos de vendaje.			

Tabla 5: Resultados de los vendajes LD y HD en el pico y media de presiones plantares

En lo que refiere al centro de presiones, es el vendaje 4 el que consigue una mayor reducción disminuyendo la cantidad total de pronación generando una lateralización temprana de las presiones (re-supinación). Por otro lado, no se han obtenido cambios en las curvas presión-tiempo en ninguna de las condiciones comparándolas con el control.

3. *“Augmented low-dye tape alters foot mobility and neuromotor control of gait in individuals with and without exercise related leg pain” [31]*

“El vendaje augmented low-dye altera la movilidad del pie y el control neuromotor en la marcha en individuos con y sin dolor de pierna relacionado con el ejercicio”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es investigar los efectos biomecánicos y neuromusculares del vendaje augmented low-dye en individuos con y sin dolor relacionado con el ejercicio con el vendaje colocado e inmediatamente después de su retirada.

Se reclutaron a 14 mujeres con historia previa de dolor de pierna relacionado con el ejercicio en los 20 meses previos a la realización del estudio y 14 mujeres asintomáticas de edad, peso y

altura similares. Fueron excluidas del estudio todas aquellas que presentaban diagnóstico médico de síndrome compartimental, fractura tibial por estrés, patología neurológica o cardíaca, síntomas que se reproduzcan con la marcha, historia previa de cirugía de miembro inferior, alteraciones de la coagulación sanguínea y alergia a la venda.

El procedimiento consistía en que los participantes caminaran en cinta a una velocidad confortable seleccionada por ellos mismos durante 10 minutos bajo tres condiciones: antes de la aplicación del vendaje, con el vendaje colocado y tras su retirada. Se recogieron datos EMG (actividad muscular de TA, TP, PL, GM, GL, soleo, VM, VL, RF, ST, BF y GIM), datos cinemáticos (movilidad del tobillo, rodilla, cadera y pelvis) y datos de la postura y movilidad del pie (diferencia de altura del ALI en carga y descarga y diferencia de ancho del mediopié).

En relación a los resultados EMG, el ALD produce una disminución de la actividad muscular (TA, TP, GM), del pico de actividad muscular y amplitud media de la actividad muscular del TA durante la fase de oscilación y de la activación del PL en la fase de apoyo. Además, el vendaje también produce una disminución de la actividad en músculos más proximales (VL, RF, BF en la fase de oscilación). Todas estas reducciones en la actividad muscular a nivel distal no se mantienen tras retirar el vendaje sin embargo, la disminución de la actividad en músculos más proximales si permanece tras su retirada. Del mismo modo, los cambios que se producen en el pico de actividad muscular no se mantienen tras la retirada del vendaje.

Los resultados en la movilidad del miembro inferior se muestran en la tabla 6.

	Con vendaje	Tras la retirada del vendaje
Tobillo	↓ movilidad total en el plano sagital	No existen diferencias en la movilidad en el plano sagital ↑ ROM de ABD y ADD
Rodilla	↑ flexión y ROM en el plano frontal y sagital	↑ excursión total de RI y RE
Cadera	↑ de flexión, RI, RE y cambios pequeños en el plano transversal y sagital	Cambios en el plano sagital y transversal y ↑ ROM en el plano frontal
Pélvis	↑ ROM plano sagital (mayor inclinación posterior de la pélvis)	↑ moderado del ROM en plano sagital ↑ pequeño ROM en plano frontal y transversal (inclinación posterior de la pélvis)

Tabla 6: Resultados en la movilidad del miembro inferior con y sin vendaje

En relación a los resultados del vendaje en la postura y movilidad del pie, su aplicación produce un aumento del ALI en carga y una disminución de la diferencia entre el ALI y del ancho del mediopié en carga y descarga. Estos efectos se mantienen durante 10 minutos caminando tras la retirada del vendaje.

Por lo tanto, tras el análisis de los resultados podemos decir que el augmented low-dye influye en la movilidad del pie y en el control neuromotor de la marcha independientemente de si la persona presenta dolor de pierna relacionado con el ejercicio o no. Si bien es cierto, los efectos son mayores cuando el vendaje está colocado in situ.

4. *“Augmented low-dye taping changes muscle activation patterns and plantar pressure during treadmill running” [30]*

“El vendaje augmented-low dye cambia los patrones de activación muscular y las presiones plantares durante la carrera en cinta”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es examinar los cambios que se producen en la actividad muscular del miembro inferior con la aplicación del vendaje ALD durante la carrera en cinta. Se reclutaron a 13 hombres sanos, sin historia de lesión en el miembro inferior en los seis meses previos a la realización del estudio y que no hayan recibido anteriormente tratamiento con el vendaje augmented low-dye.

Cada sujeto participa en una única sesión clínica bajo tres condiciones (aplicación del ALD, aplicación de un vendaje control y no vendaje) con un descanso de 20 minutos entre cada una de ellas. La prueba consistía en correr a una velocidad de 10 km/h durante 6 minutos en cinta con cada uno de los métodos de tratamiento. Los datos son recogidos en la pierna derecha y todos los sujetos realizarán el estudio con calzado estándar. El vendaje a estudio es el augmented low-dye descrito previamente. El vendaje control consiste en cuatro tiras de tape que se aplican directamente sobre la cara plantar del calcáneo sin ejercer ninguna fuerza latero-medial al colocarlo.

Durante la ejecución de la prueba se recogieron datos EMG (pico y promedio de amplitud, tiempo de inicio y tiempo total de activación del VL, VM y GIM) y de presiones plantares (pico y promedio de presiones plantares con un sistema de plantillas). Para cada situación de tratamiento se realiza la medición de 20 pasos y se analiza el pico de presiones plantares y su promedio dividiendo al pie en 9 regiones.

En relación a los resultados de las mediciones de presiones plantares, el pico de presiones plantares entre las tres situaciones de tratamiento sólo fue diferente en la región lateral del mediopié para la condición de vendaje con ALD, en el que se observó un aumento significativo de las presiones en comparación con las otras dos condiciones.

En relación a los resultados de la actividad muscular, con la aplicación del ALD se observó una significativa disminución en el tiempo de inicio de la actividad muscular en los tres músculos comparándolo con el grupo control y el grupo no vendado. Sin embargo, no se obtuvieron efectos clínicos significativos en el pico y promedio de amplitud y en el tiempo total de actividad. Además, no se encontraron diferencias en el tiempo de inicio de actividad muscular entre el grupo control y el no vendado al igual que no se encontraron diferencias en el promedio del tiempo de zancada para ninguna de las tres condiciones.

5. *“Continual use of augmented low-dye taping increase arch height in standing but does not influence neuromotor control of gait” [32]*

“El uso continuo del vendaje augmented low-dye aumenta la altura del arco en bipedestación pero no influye en el control neuromotor en la marcha”

Se trata de un estudio de cohortes cuya finalidad es investigar los efectos fisiológicos del uso continuo del ALD durante un periodo de tiempo clínicamente no relevante. Se reclutaron a 28 mujeres asintomáticas que se dividieron aleatoriamente en dos grupos. En cada uno de los grupos, siete de ellas se someterían a tratamiento con vendaje y las siete restantes actuarían como grupo control. Se excluyeron todas aquellas que presentaban historia de cirugía previa de miembro inferior, alteraciones en la coagulación sanguínea, patología neurológica o cardíaca y alergia a la venda.

Todas las participantes acudieron a dos sesiones clínicas separadas entre sí por un periodo de 10 días. Las participantes del grupo de vendaje deben llevar el ALD durante todo el periodo de intervención y es cambiado cada 2-3 días por el mismo fisioterapeuta encargado de su aplicación. Por otro lado, el grupo control no lleva ningún soporte externo. Las sesiones clínicas consisten en que las participantes caminen en cinta con el pie sin vendar durante 10 minutos a una velocidad confortable. Se recogen datos EMG (actividad del TA, TP, PL, GM, GL, soleo, VM, VL, RF, BF, ST y GIM), cinemáticos (movilidad del tobillo, rodilla, cadera, pelvis) y posición y movilidad del pie (diferencia de altura del ALI en carga y descarga y diferencia del ancho del mediopié) antes, durante y después de la sesión.

En relación a los resultados, no había diferencias en la edad, peso, altura, velocidad o longitud de la marcha en el período de intervención entre el grupo control y el grupo con vendaje. Además, tampoco se encontraron diferencias en los patrones de activación muscular, patrones de movimiento, posición y movilidad del pie entre ambos grupos en la primera sesión.

Por otro lado, los cambios observados en los datos en relación a los patrones de reclutamiento muscular y de movimiento representan variaciones naturales más que un efecto propio de la intervención del vendaje. Sin embargo, en el caso de la postura y movilidad del pie, si se encontraron cambios significativos en el ratio de la altura del ALI en el grupo con vendaje pero no del ancho del mediopié.

6. *“Effects of low-dye taping on plantar pressure pre and post exercise: an exploratory study”*

“Efectos del vendaje low-dye en las presiones plantares antes y después de la realización de ejercicio: un estudio exploratorio” [12]

Se trata de un ensayo clínico con un único grupo al que se somete a mediciones repetidas cuyo objetivo es determinar el efecto que produce el vendaje en el pico de presiones plantares inmediatamente tras su aplicación y tras un periodo de ejercicio.

Se reclutaron a 21 sujetos sanos sometidos previamente a una criba empleando el test de descenso del escafoides. Se incluyeron en el estudio sujetos mayores de 18 años, con capacidad independiente para caminar a una velocidad confortable durante una sesión de 10 minutos. Fueron excluidos todos aquellos que presentaban menos de 10 mm de altura de escafoides, lesiones de miembro inferior en los seis meses previos al estudio, patología neurológica, afectación de la marcha por dolor o lesión, historia previa de cirugía de miembro inferior, patologías conocidas de miembro inferior y alergia a la venda.

Para la realización del estudio se empleó la técnica estándar del vendaje LD y el sistema F-Scan de plantillas instrumentadas para la medición de las presiones plantares. Se recogen los datos de presiones plantares de cada sujeto a lo largo de 10 metros caminando a una velocidad normal y confortable realizando cuatro mediciones en las siguientes condiciones: 10 metros con el pie sin vendar, 10 metros con el vendaje, 10 minutos de ejercicio y segunda sesión de 10 minutos de ejercicio. De todas las mediciones, son usados para el análisis, los datos de las tres pisadas que coinciden en la mitad de los 10 metros y se calcula el pico de presiones plantares de cada región del pié.

Los resultados de las presiones plantares se muestran en la tabla 7.

	Región lateral	Región medial
Antepié	<p>↓ pico de presiones plantares tras la aplicación del vendaje</p> <p>↑ presión tras cada sesión de ejercicio similar a los valores sin vendar</p>	<p>↑ de las presiones durante la sesión de ejercicio en comparación con las sesiones de vendaje y no vendaje.</p>
Mediopié	<p>No hay diferencias en el pico de presiones plantares en las cuatro condiciones. Desplazamiento lateral de las presiones (datos no estadísticamente significativos)</p>	
Retropié	<p>↑ en el pico de presiones plantares tras 20 minutos de ejercicio en comparación con la situación de caminar con vendaje.</p>	<p>↑ del pico de presiones plantares tras la segunda sesión de ejercicio en comparación con la primera sesión y con la sesión de vendaje.</p>

Tabla 7: resultados de la distribución de presiones plantares en las diferentes regiones del pie

Por lo tanto, el único efecto inmediato del vendaje tras su aplicación es la disminución de las presiones laterales en el antepié aunque el efecto se pierde tras 10 minutos caminando. Un aumento de presiones en la cara medial del antepié se observa tras 10-20 minutos realizando ejercicio, lo que indica un aumento de la pronación. Además, en el mediopié, se demuestra una tendencia anti-pronadora basada en la lateralización de las presiones que se mantiene presente tras 20 minutos de ejercicio.

7. *“Efficacies of diferents external controls of excesive foot pronation: a meta-analysis” [22]*

“Eficacia de los diferentes métodos de control externo de la excesiva pronación del pie: un meta-análisis”

Se trata de un meta-análisis cuyo objetivo es investigar la eficacia que presentan las diferentes intervenciones anti-pronadoras (órtesis de pie, calzado que controla el movimiento y vendaje terapéutico) en la reducción de la eversión del calcáneo durante la marcha.

La búsqueda se realizó en las bases de datos MEDLINE, EMBASE, CINHALL y AMED de artículos publicados hasta noviembre de 2010. Como criterios de inclusión, se incluyeron en la búsqueda ensayos clínicos controlados aleatorios, ensayos clínicos controlados, sujetos con

excesiva pronación, comparación de intervenciones anti-pronación, valoración de la pronación del pie a través de la eversión del calcáneo, mediciones de la pronación del pie durante actividades en bipedestación, caminando o corriendo y textos en lengua inglesa. Fueron excluidos todos aquellos que no cumplieran los requisitos mínimos del diseño del estudio, presentaban patología neurológica o todos aquellos en los que no se realizaba una comparación de las intervenciones seleccionadas o no se cumplía la condición de que dichas intervenciones fueran en carga. Finalmente, tras la aplicación de todos estos criterios, se seleccionaron 29 sometidos cada uno de ellos a un análisis de calidad empleando la escala de PEDro.

En relación a los resultados, con la aplicación de las tres intervenciones, la eversión del calcáneo se ve reducida en comparación a un grupo control. El vendaje es el método que produce una mayor reducción, seguido del calzado y finalmente las órtesis. Las órtesis es el método menos efectivo aunque la diferencia que guarda con el vendaje es solo de 0,5°. Los resultados revelan que la técnica LD no produce cambios importantes en la reducción de la pronación; sin embargo, con la técnica HD, si se han encontrado mejoras en los niveles de pronación. Por lo tanto, las órtesis, el calzado y el vendaje son tres métodos efectivos en el control de la pronación cuando lo comparamos con una situación de no tratamiento, siendo el vendaje el método más efectivo de los tres.

8. *“Immediate effects of a heel-pain orthosis and a augmented low-dye taping on plantar pressures and pain in subjects with plantar fasciitis” [33]*

“Efectos inmediatos de las órtesis para el dolor de talón y del vendaje low-dye en las presiones plantares y el dolor en sujetos con fasciitis plantar”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es comparar el efecto del vendaje augmented low-dye y de las órtesis en los niveles de dolor, pico y media de presiones plantares en sujetos con fasciitis plantar durante la marcha y la carrera.

Se reclutaron a 17 sujetos (5 hombres y 12 mujeres) con fasciitis plantar unilateral o bilateral. Se excluyeron todos aquellos que presentaban historia previa de cirugía de espalda y/o miembro inferior, fracturas, esguinces u otro tipo de patología en el miembro inferior en los tres meses previos a la realización del estudio.

La prueba consistía en caminar y correr durante un minuto y medio con el vendaje ALD y otro minuto y medio con una órtesis. Las presiones plantares fueron recogidas a los 20 segundos

del inicio a través de un sistema de plantillas y el dolor fue recogido a los sesenta segundos empleando la escala analógica visual. Entre cada intervención tienen un periodo de 6 minutos de descanso para evitar la fatiga muscular.

En relación a los resultados referentes a los niveles del dolor, el vendaje y la órtesis disminuyen el dolor caminando en comparación con el grupo control al igual que lo reducen en carrera con el ALD. No se obtuvieron diferencias significativas de la eficacia entre ambos métodos.

Por otro lado, en relación a las presiones plantares, caminando no se obtuvo un efecto principal de las intervenciones en el pico y media de presiones plantares. Sin embargo si se encontraron diferencias entre las regiones del pie. La región medial del antepié y lateral del mediopié tienen un menor pico de presión en comparación con el grupo control. Además, corriendo con la órtesis, se obtuvo un mayor pico y media de presiones plantares que en el grupo control. Por lo tanto, ambas intervenciones han mostrado mejoras en los niveles de dolor y cambios en las presiones plantares en individuos con fascitis plantar.

9. *“Low-dye taping versus medial arch support in managing pain and pain-related disability in patients with plantar fascitis” [28]*

“Comparación del vendaje low-dye y del soporte del arco medial en el manejo del dolor y del dolor relacionado con el ejercicio en pacientes con fascitis plantar”.

Se trata de un ensayo clínico aleatorizado a doble ciego cuyo objetivo es comparar el efecto que presentan el vendaje LD y la plantilla de soporte del ALI en el manejo del dolor y de la discapacidad relacionada con el ejercicio en pacientes con fascitis plantar unilateral.

Se reclutaron 30 sujetos con edades comprendidas entre los 40 y 60 años (23 hombres y 7 mujeres) con fascitis plantar unilateral. Los sujetos fueron repartidos al azar en dos grupos, uno al que se le aplicó el LD y otro al que se le aplicó una plantilla de soporte del ALI. Fueron excluidos todos aquellos que presentaran deformidad o cirugía de miembro inferior, dolor referido a la planta del pie, inyección con corticoesteroides en los tres meses previos a la realización del estudio y alergia a la venda.

El procedimiento consistió en que los sujetos de cada grupo recibieron nueve sesiones de tratamiento de fisioterapia convencional (US y estiramientos de la musculatura de la pantorrilla). Además, dependiendo del grupo en el que se encuentren, se les aplicó el vendaje o la plantilla que debían de retirarse antes de acudir a dichas sesiones.

La evaluación del dolor se realiza a través de la escala analógica visual y la disfunción relacionada con el dolor a través de un cuestionario que consta de 19 ítems.

En relación a los resultados, en ambos grupos se han visto mejoras en los niveles de dolor y de discapacidad relacionada con el dolor. En la evaluación preexperimental no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos; sin embargo, en la evaluación postexperimental, las plantillas de soporte del ALI mostraron mayores efectos que el vendaje.

10. *“Tape that increase medial longitudinal arch height also reduces leg muscle activity: a preliminary study” [28]*

“El vendaje que aumenta la altura del arco longitudinal medial también reduce la actividad muscular: un estudio preliminar”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo consiste en evaluar los efectos iniciales del vendaje augmented low-dye en la actividad muscular durante la marcha en individuos asintomáticos que presentan un descenso del arco longitudinal interno del pie.

Se reclutaron a cinco individuos asintomáticos (tres mujeres y dos hombres) que presentaban descenso del ALI en la fase de apoyo de la marcha. Se excluyeron todos aquellos individuos con lesión recurrente de miembro inferior o lesión en los seis meses previos a la realización del estudio, cirugía de miembro inferior, patología neurológica o cardíaca, alergia o experiencia previa con el vendaje e incapacidad para caminar durante 20 minutos.

La prueba consistía en caminar en cinta a una velocidad de 4.5 km/h sin inclinación durante 10 minutos sin el vendaje y otros 10 minutos tras la aplicación del vendaje. Se realizaron mediciones del ALI empleando una pinza digital y mediciones EMG del TA, TP y PL empleando electrodos intramusculares y de superficie. Los parámetros que se midieron fueron el pico y el promedio de amplitud, duración, inicio y final de la actividad muscular.

En relación a los resultados relacionados con la posición del pie y altura del arco, tras la aplicación del vendaje, se obtuvo un incremento del ALI de 8 mm reduciéndose 5 mm tras caminar 10 minutos. Los resultados EMG reflejan una reducción del pico y promedio de activación del TA y TP, sin embargo, no se han obtenido cambios en el PL. Además, se observa un aumento del tiempo de actividad muscular del TA en toda la zancada con la aplicación del vendaje sin efectos en el caso del TP y PL igual que sucede con el tiempo de inicio de la actividad muscular.

11. *“The effect of low-dye taping on rearfoot motion and plantar pressure during the stance phase of gait” [27]*

“Efecto del vendaje low-dye en el movimiento del retropié y las presiones plantares durante la fase de apoyo de la marcha”

Se trata de un ensayo clínico cruzado de mediciones repetidas cuyo objetivo fue evaluar el efecto inmediato del vendaje low-dye empleando un sistema de análisis 3D y de distribución de presiones plantares en sujetos que presentaban descenso del escafoide mayor de 10 mm.

Se reclutaron a 20 sujetos quedando excluidos del estudio todos aquellos que tenían menos de 10 mm de distancia en el test de descenso del escafoide, alergia a la venda, lesión de miembro inferior en los seis meses previos al estudio o incapacidad para caminar.

La prueba consistía en que cada sujeto caminase a una velocidad normal a lo largo de 10 metros descalzos y con el vendaje low-dye colocado. Se realizarán cuatro vueltas con el vendaje y cuatro sin él dejando periodos de descanso entre cada ciclo para minimizar la fatiga. Se recogieron datos de presiones plantares a través del sistema de plantillas F-Scan y del movimiento en tres dimensiones del complejo tobillo-pie empleando el sistema de movimiento CODA. Los parámetros analizados en el estudio fueron el pico de presiones plantares, pico de pronación, pico de supinación, ROM de la ASA y la posición articular media durante la fase de apoyo de la marcha. La técnica de vendaje empleada fue el método clásico del vendaje low-dye que sería aplicado en la pierna derecha de cada sujeto.

En relación a los resultados, se objetivó un aumento del pico de presiones plantares en la cara lateral del mediopié y una disminución del mismo en la cara medial del antepié y en la cara lateral y medial del retropié.. Además, el low-dye produce una reducción de la pronación cuando está colocado y una reducción del ROM de la ASA tras su aplicación.

12. *“The effect of exercise and time on height and width of the medial longitudinal arch following the modified reverse-6 and the modified augmented low-dye taping procedures” [14]*

“El efecto del ejercicio en el tiempo de altura y ancho del arco longitudinal medial tras los procedimientos modificados reverse-6 y low-dye”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo es investigar los cambios que se producen en la altura y ancho del mediopié tras la aplicación del vendaje modificado reverse-6 en combinación con el low-dye y la duración de dichos cambios tras una sesión simple de ejercicio.

En el estudio participaron 13 individuos (4 mujeres y 9 hombres) con un FPI > de 4 y sin historia previa de lesión y/o dolor en los pies en los seis meses previos a la realización del estudio. Los sujetos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos, un grupo de tratamiento con la combinación del MR6 y el low-dye y otro grupo al que se le aplica únicamente el MR6.

Se realizan las mediciones de la altura del arco y ancho del mediopié empleando una pinza digital y el FPI, antes de la aplicación del vendaje e inmediatamente después. Se repiten las mediciones a las 4 horas siguientes. Tras la tercera medición, los sujetos deberían correr en cinta a una velocidad seleccionada por ellos mismos una distancia de dos millas, repitiéndose por cuarta vez las mediciones inmediatamente al finalizar la carrera. Finalmente, la última medición se realiza a la mañana siguiente.

		Post-aplicación inmediata	4 h post-aplicación	Después de 2 millas de carrera	Última medición (final del día)
MR6	Altura arco	↑ 2,2 mm	↓ del 77,3% o 63,3 mm	↓ del 4,5% o 63,5 mm	Altura total: 0,3 mm
	Ancho mediopié	↓2,8% o 2,3 mm	↓ 0,2 mm	↑ 1,1 mm	Disminución total: 0,9 mm
MR6 + LD	Altura arco	↑ 3,1 mm o 4,9 %	↓1,7 mm	↓0,4 mm	Altura total: 1,9 mm
	Ancho mediopié	↓1,5 mm	↓ 0,02 mm	↑ 0,7 mm	↓ 0,4 mm

Tabla 8: resultados de los efectos del MR6 y MR6 + LD en la altura del ALI y ancho del mediopié.

13. *“The reliability of the modified reverse-6 taping procedure with elastic tape alter the height and width of the medial longitudinal arch” [35]*

“La confiabilidad de que el procedimiento de vendaje reverse-6 con venda elástica altera la altura y el ancho del arco longitudinal medial”

Se trata de un ensayo clínico cuyo objetivo fue determinar si el vendaje MR6 con venda elástica produce un cambio en la altura y ancho del ALI el mismo día de su aplicación o a lo largo de varios días. Como segundo objetivo establecieron determinar si la experiencia clínica en la aplicación del vendaje influía directamente en dichos cambios.

El estudio contó con la participación de 15 sujetos (10 mujeres y 5 hombres) con una media de edad de 28,7 años y sin historia de lesión o dolor de miembro inferior en los seis meses previos a la realización del estudio. La técnica empleada fue la misma escrita por Meier empleando venda elástica siendo aplicada en ambos pies de cada sujeto por dos clínicos diferentes (uno con 14 años de experiencia y otro sin experiencia clínica).

Previamente a la aplicación del vendaje, se realizaron mediciones de la altura y ancho del ALI y del FPI en cada sujeto y cada sujeto fue asignado aleatoriamente a dos grupos en los que se encontraban en cada uno de ellos los clínicos que aplicarían el vendaje. Inmediatamente tras la aplicación del vendaje, se repitieron las mediciones anteriores y finalmente se retiró la venda junto con las marcas de la piel. El procedimiento fue repetido por el mismo clínico pasados 15 minutos y al cabo de una semana.

Los resultados se muestran en la tabla 9.

		Pre-aplicación	Post-aplicación	Resultado total
Altura del ALI	Pie izquierdo	61,9 mm	66,0mm	↑ 4,3 m
	Pie derecho	63,5 mm	67,3 mm	↑ 4,0 mm
Ancho del mediopié	Pie izquierdo	79,1 mm	79,0 mm	↓ 0,1 mm
	Pie derecho	78,8 mm	78,5 mm	↓ 0,3 mm

Tabla 9: Resultados de las mediciones de la altura del ALI y ancho del mediopié.

Los datos obtenidos en relación a la altura del ALI fueron estadísticamente significativos al contrario que los datos relacionados con el ancho del mediopié.

En el anexo 1 se muestra una tabla resumen de los resultados.

DISCUSIÓN

Como respuesta principal a los objetivos de este trabajo, 12 artículos confirman la eficacia del vendaje low-dye y de sus variantes como medida correctora de la pronación del complejo tobillo-pié a través de cambios en la postura, movimiento y/o actividad muscular (figura 8) [12, 13, 14, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35]. Dichos estudios comparan las intervenciones terapéuticas (low-dye y variantes) con grupos placebo [30, 32], soportes externos de tobillo [29], órtesis plantares [22, 33, 34], calzado control del movimiento [22] y la eficacia entre ellas mismas [12, 13, 14, 27, 28, 20, 31, 32, 35].

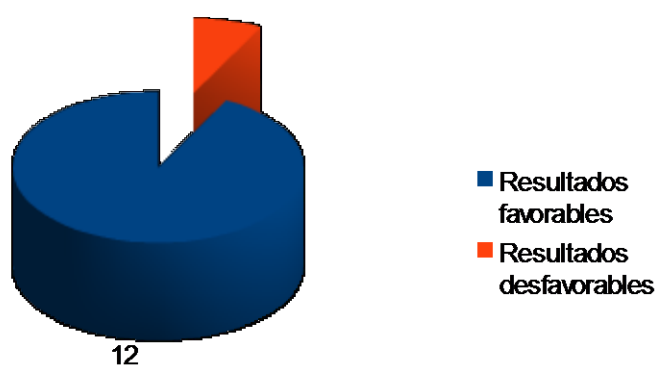


Figura 8: resultados favorables/desfavorables de la eficacia del low-dye y variantes

De estas comparaciones podemos decir que la variante conocida como ALD es más efectiva que un tratamiento placebo según el estudio [30], algo que contradice el estudio de Franettovich M. et. al [32], el que dice que la aplicación continuada del vendaje no produce cambios en los patrones de reclutamiento muscular, patrones de movimiento y postura del pie (aunque sí se han obtenidos resultados positivos en el ratio de altura del ALI).

En lo que refiere a la comparativa entre la intervención con vendaje y órtesis, se analizan tres estudios con tipos de órtesis plantares diferentes [22, 33, 34]. En el meta-análisis de Cheung RTH. et. al. [22], el vendaje se ha mostrado como el método más efectivo en el control de la pronación (aunque solo difiere con las órtesis en que el pie presenta una eversión del calcáneo 0,5° mayor). En contraposición, en el estudio de Van Lunen B. et. al. [33], no se obtuvieron diferencias en los niveles de dolor entre ambas intervenciones (aunque con la órtesis se produjo un mayor pico y media de presiones plantares durante la carrera). En el estudio de Abd El Salam MS. et. al. [34], no se obtuvieron diferencias en los niveles de dolor en la evaluación

preexperimental; sin embargo, las plantillas de soporte del ALI muestran mejores resultados que el vendaje en la evaluación postexperimental. La variabilidad de los resultados es probable que se deba a la diferencia de procedimientos de medición empleados junto con los diferentes perfiles de la muestra estudiada (en el meta-análisis se incluyen individuos con excesiva pronación del pie mientras que en los dos últimos únicamente se incluyen sujetos con fascitis plantar). En el meta-análisis se ha empleado la medición del movimiento de eversión en el retropié a través de la realización de marcas en la piel y calzado mientras que en el estudio de Van Lunen B. et. al. [33], fue la altura del escafoides el parámetro en el que se basaron para establecer sus resultados siendo mucho más fiable que el anterior. En la revisión del 2009 de Franettovich M. et. Al. [11] ya se hacía referencia al empleo del componente de eversión del calcáneo y altura del escafoides como indicadores de la postura del pie concluyendo que, tanto el LD como el ALD, generaban cambios en dichos parámetros siendo compatibles dichos resultados con una disminución de la pronación del pie. Además, el componente de pronación del pie suele ir acompañado de un aumento de la rotación interna tibial. En esta revisión se concluye que además de los efectos que produce a nivel del pie, el vendaje ALD tiene la capacidad de controlar dicho movimiento incluso manteniéndolo tras la realización de ejercicio con una duración no superior a 20 min.

La comparativa ente el vendaje augmented low-dye y los soportes externos de tobillo solo es tratada en el estudio de Franettovich M. et. al. [29] en el que se concluye que ambas intervenciones tienen evidencia clínica en la reducción de la actividad muscular del TA, TP y PL durante la marcha teniendo un mayor efecto el vendaje sobre el TP. Los propios autores nos informan que el estudio se realizó con participantes descalzos siendo una limitación a tener en cuenta. A pesar de dichas limitaciones, los resultados concuerdan con los obtenidos en la revisión de Franettovich M. et. al. [11].

En relación al vendaje y el calzado control del movimiento nos encontramos el estudio de Cheung RTH. et. al. [22] al que previamente hicimos referencia cuando se realizó la comparativa con las órtesis plantares. Ambos métodos son efectivos en el control de la pronación siendo el vendaje el método más efectivo de los dos. La diferencia en los grados de eversión del retropié entre ambas intervenciones son mínimos siendo el calzado control del movimiento, además, un tipo de intervención menos dependiente de su aplicación por un profesional que el vendaje.

Además de estudios que comparan el vendaje con otro tipo de intervenciones, contamos con 9 estudios en los que se analiza la propia eficacia de los diferentes tipos de vendaje y/o se establece una comparativa entre los mismos.

En el estudio de Carter K. et. al. [13], se compara la eficacia entre dos variantes del vendaje low-dye y dos variantes del vendaje high-dye, cuyos resultados fueron positivos para tres de los cuatro, generando un efecto de lateralización de las presiones en el pié. A pesar de la eficacia de los tres métodos, con el que se obtuvieron mejores resultados fue con la variante del low-dye que además de reforzar las estructuras mediales del pié, facilita la flexión plantar del primer radio en carga. Por otro lado, en el estudio de Cornwall M. et. al. [14], se comparan el vendaje modificado reverse-6 y el vendaje reverse-6 junto con el low-dye. Los resultados nos muestran que el MR6 empleando venda elástica puede ser aplicado sólo o en combinación con el low-dye con el objetivo de modificar la altura del ALI y el ancho del mediopié siendo el cambio más pronunciado cuando ambas se combinan.

Dentro del grupo de estudios que analizan la propia eficacia del vendaje contamos con uno que analiza la eficacia del vendaje MR6 con venda elástica [35], cuatro que analizan el vendaje ALD [28, 30, 31, 32] y dos que analizan el vendaje low-dye [12, 27]. El estudio de Cornwall M. et. al. [35] con vendaje modificado reverse-6, muestra que tras su aplicación, la altura del ALI se ve aumentada un promedio de 4 – 4,3 mm siendo datos estadísticamente significativos, pero no se obtuvieron datos positivos en otros parámetros como el control neuromotor.

Por otro lado, dentro de los estudios que analizan la eficacia del ALD encontramos el estudio de Franettovich M. et. al. [31], el de Franettovich M. et. al. [28] y el de Kelly L. et. al. [30] en los que se obtienen resultados que muestran que el vendaje influye en la movilidad y posición del pie y en el control neuromotor de la marcha siendo los efectos mayores cuando el vendaje está colocado in situ. Además, los cambios en el control neuromotor de articulaciones proximales se mantienen tras la retirada del vendaje lo que no ocurre en articulaciones distales. En contraposición a estos hallazgos Franettovich M. et. al. [32] en su estudio muestra que el vendaje no produce cambios en los patrones de reclutamiento muscular ni de movimiento generando modificaciones sólo en la altura del ALI. Esta diferencia de hallazgos puede responder a la diferente metodología empleada en la realización del estudio ya que el último se trata de un estudio de cohortes en los que se analiza el efecto del vendaje tras un periodo de 10 días de tratamiento mientras que los dos anteriores, analizan sus efectos con el vendaje in situ e inmediatamente tras su retirada.

Finalmente, los dos estudios restantes analizan la eficacia del vendaje low-dye [12, 27]. En el estudio de Nolan D. et. al. [12] se muestra que el vendaje posee una tendencia anti-pronadora basada en la laterización de las presiones (hallazgo ya demostrado en el estudio de Carter K. et. al. [13]) manteniéndose presente incluso tras la realización de veinte minutos de ejercicio. Del mismo modo, en el estudio de O'Sullivan K. et. al. [27] se muestra el efecto corrector de la pronación del retropié durante la fase de apoyo de la marcha junto con una alteración del patrón de presiones plantares. A pesar de que el número de la muestra difiere, los participantes son individuos sanos con un descenso del escafoides de más de 10 mm en ambos estudios.

Además de los efectos biomecánicos y neurofisiológicos que presenta el vendaje, en la revisión de Franettovich M. et. al. [11] se hace referencia al paradigma psicológico. Bajo los efectos del vendaje, existe la hipótesis de que subyace un componente psicológico contribuyente ya que los resultados obtenidos de la realización de estudios con grupos placebo parecen apoyar esta teoría, aunque no se puede corroborar.

Como punto fuerte de la revisión, consideramos que la búsqueda se limitaba a una modalidad de vendaje específica pero que podría tener un amplio abanico de variantes. La limitación principal que nos encontramos fue la de que muchos de los trabajos de nuestra revisión no presentaban un grupo placebo con el que comparar los resultados, lo cual supone un obstáculo importante para llegar a una conclusión clara (aunque alguno de ellos sí presentaban grupo control). Otra de las limitaciones fueron la variedad de parámetros medidos bajo condiciones y con procedimientos diferentes que dificultaron el establecimiento de comparativas equiparables.

Tras analizar los resultados de esta revisión, observamos que se necesitan más estudios que comparen la eficacia de las diferentes variantes de los vendajes correctores de la pronación a corto, medio y largo plazo y bajo diferentes niveles de actividad física unificando los criterios de valoración.

CONCLUSIONES

El vendaje low-dye y sus variantes se pueden considerar unas técnicas de tratamiento útiles en el manejo de patologías relacionadas con el exceso de pronación. La carencia de trabajos de calidad y los resultados contradictorios impiden que podamos afirmar con rotundidad este hecho, sin embargo, los métodos de vendaje estudiados, han mostrado mejoras en múltiples

aspectos relacionado con el funcionamiento biomecánico y neurofisiológico del complejo tobillo-pié modificando los parámetros causantes o contribuyentes tanto de las manifestaciones clínicas como de la propia patología subyacente. Son necesarios más estudios para evaluar completamente la eficacia de los vendajes en este campo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Day RA, Gastel B, Organización Panamericana de la Salud, Pan American Sanitary Bureau, Ebook Collection. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. 4a en español ed. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud; 1996.
- (2) Polit DF, Hungler BP. Investigación científica en ciencias de la salud. 6ª ed. México; Madrid: Interamericana; 2000.
- (3) Burgos Rodríguez R, Escuela Andaluza de Salud Pública. Metodología de investigación y escritura científica en clínica. Granada: Escuela Andaluza de Salud Pública; 1996.
- (4) Levinger P, Murley G, Barton C, Cotchett M, McSweeney S, Menz H. A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait Posture* 2010;32(4):519-23.
- (5) Neal B, Griffiths I, Dowling G, Murley G, Munteanu S, Franettovich Smith M, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* 2014;7(1):55.
- (6) Shih Y, Chen C, Chen W, Lin H. Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study. *BMC Musculoskelet Disord* 2012;13:31.
- (7) Pinto RZA, Souza T, Trede R, Kirkwood R, Figueiredo E, Fonseca S. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther* 2008;13(6):513-9.
- (8) Resende R, Deluzio K, Kirkwood R, Hassan E, Fonseca S. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. *Gait Posture* 2015;41(2):395-401.
- (9) Bové T. El vendaje funcional. 4ª ed. Madrid: Elsevier; 2005
- (10) Meana Riera M, Fundación Universitaria San Antonio. Biomecánica del vendaje funcional preventivo de tobillo en deportes de colaboración-oposición. Murcia: Fundación Universitaria San Antonio; 2004.

- (11) Franettovich M, Chapman A, Blanch P, Vicenzino B. A physiological and psychological basis for anti-pronation taping from a critical review of the literature. *Sports Med* 2008;38(8):617-31.
- (12) Nolan D, Kennedy N. Effects of low-dye taping on plantar pressure pre and post exercise: an exploratory study. *BMC Musculoskelet Disord* 2009;10:40.
- (13) Carter K, Chockalingam N. An assessment of strapping techniques commonly used for pronated foot deformities. *J Am Podiatr Med Assoc* 2009;99(5):391-8.
- (14) Cornwall M, McPoil T, Fair A. The effect of exercise and time on the height and width of the medial longitudinal arch following the modified reverse-6 and the modified augmented low-dye taping procedures. *Int J Sports Phys Ther* 2014;9(5):635-43.
- (15) Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF. *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2007
- (16) Hamill J, Holt K, Derrick T. *Biomechanics of the foot and ankle. Anatomy and physiology*. p. 25-24.
- (17) Nordin M, Frankel VH. *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. 3ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
- (18) Wright WG, Ivanenko YP, Gurfinkel VS. Foot anatomy specialization for postural sensation and control. *J Neurophysiol* 2012;107(5):1513-21.
- (19) Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010;96(4):424-32.
- (20) Precerutti M, Bonardi M, Ferrozzi G, Draghi F. Sonographic anatomy of the ankle. *J Ultrasound* 2014;17(2):79-87.
- (21) Kirby KA. *Biomechanics of the normal and abnormal foot*. January 2000;90(2):1-5.
- (22) Cheung RTH, Chung RCK, Ng GYF. Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 2011;45(9):743-51.
- (23) Christensen B, Andersen K, Pedersen K, Bengtsen B, Simonsen O, Kappel S, et al. Reliability and concurrent validity of a novel method allowing for in-shoe measurement of navicular drop. *J Foot Ankle Res* 2014;7(1):12.
- (24) McPoil T, Vicenzino B, Cornwall M, Collins N, Warren M. Reliability and normative values for the foot mobility magnitude: a composite measure of vertical and medial-lateral mobility of the midfoot. *J Foot Ankle Res* 2009;2:6.
- (25) Menz H, Fotoohabadi M, Wee E, Spink M. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *J Foot Ankle Res* 2012;5(1):10.

- (26) Terada M, Wittwer A, Gribble P. Intra-rater and inter-rater reliability of the five image-based criteria of the foot posture index-6. *Int J Sports Phys Ther* 2014;9(2):187-94
- (27) O'Sullivan K, Kennedy N, O'Neill E, Ni Mhainin U. The effect of low-dye taping on rearfoot motion and plantar pressure during the stance phase of gait. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:111.
- (28) Franettovich M, Chapman A, Vicenzino B. Tape that increases medial longitudinal arch height also reduces leg muscle activity: a preliminary study. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):593-600.
- (29) Franettovich M, Murley G, David B, Bird A. A comparison of augmented low-Dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture. *J Sci Med Sport* 2012;15(1):8-13.
- (30) Kelly L, Racinais S, Tanner C, Grantham J, Chalabi H. Augmented low dye taping changes muscle activation patterns and plantar pressure during treadmill running. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(10):648-55.
- (31) Franettovich M, Chapman A, Blanch P, Vicenzino B. Augmented low-Dye tape alters foot mobility and neuromotor control of gait in individuals with and without exercise related leg pain. *J Foot Ankle Res* 2010;3:5.
- (32) Franettovich M, Chapman A, Blanch P, Vicenzino B. Continual use of augmented low-Dye taping increases arch height in standing but does not influence neuromotor control of gait. *Gait Posture* 2010;31(2):247-50.
- (33) Van Lunen B, Cortes N, Andrus T, Walker M, Pasquale M, Onate J. Immediate effects of a heel-pain orthosis and an augmented low-dye taping on plantar pressures and pain in subjects with plantar fasciitis. *Clin J Sport Med* 2011;21(6):474-9.
- (34) Abd El Salam MS, Abd Elhafz Y. Low-dye taping versus medial arch support in managing pain and pain-related disability in patients with plantar fasciitis. *Foot Ankle Spec* 2011;4(2):86-91.
- (35) Cornwall M, Lebec M, Degeyter J, McPoil T. The reliability of the modified reverse-6 taping procedure with elastic tape to alter the height and width of the medial longitudinal arch. *Int J Sports Phys Ther* 2013;8(4):381-92.

ANEXO 1: Tablas de resultados de los estudios de la revisión bibliográfica

ESTUDIO	OBJETIVO	PARTICIPANTES	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	PROCEDIMIENTO	DATOS RECOGIDOS
Franettovich M. et. al. (2012) [29]	Efecto del ALD y las órtesis en la actividad muscular del MMII	26 (13 hombres y 14 mujeres) con descenso del ALI	- Síntomas macrovasculares - Disf. neuromusculares - Alt. biomecánicas que afecten a la habilidad de caminar - < 18 años	Caminar descalzos a velocidad preestablecida en un pasillo de 9 m (6 vueltas con el vendaje y 6 vueltas con la órtesis).	- EMG (pico de amplitud de activación y pico del tiempo de amplitud de activación): TA, TP, PL, GM
Franettovich M. et. al. (2010) [31]	Efectos biomecánicos y neuromusculares del ALD	- 14 mujeres con historia previa de dolor de pierna relacionada con el ejercicio - 14 mujeres asintomáticas	- Dx de síndrome compartimental - Fractura de tibia por estrés - Patología neurológica y/o cardíaca - Síntomas que se reproduzcan con la marcha. - Hª de Qx de MMII - Alt. coagulación sanguínea - Alergia a la venda	Caminar en cinta a velocidad seleccionada por ellos mismos durante 10 min (sin vendaje con vendaje y tras su retirada)	- EMG: actividad muscular de TA, TP, PL, GM, GL, soleo, VM, VL, RF, ST, BF, GM - Cinemática de tobillo, rodilla, cadera y pelvis - Diferencia de altura del ALI en carga y descarga. - Diferencia del ancho del medio pie en carga-descarga.
Kelly L. et. al. (2010) [30]	Cambios que produce el ALD en la actividad muscular del MMII	13 hombres sanos	- Hª de lesión de MMII en los 6 meses previos - Tto. previo con ALD	Correr a 10 km/h durante 6 min (con ALD, vendaje control y no vendaje) con 20 min de descanso entre cada condición	- Presiones plantares - EMG (pico y promedio de amplitud, tiempo de inicio y tiempo total de activación): VL, VM, GIM
Franettovich M. et. al. (2010) [32]	Efectos fisiológicos del uso continuo del ALD	28 mujeres asintomáticas (2 grupos y en cada grupo 7 se someten a vendaje y otras 7 serían grupo control)	- Hª de Qx previa de MMII - Alt. coagulación sanguínea - Patología neurológica y/o cardíaca - Alergia a la venda	Caminar en cinta sin el vendaje durante 10 min a velocidad seleccionada por ellos mismos. Se realizan dos sesiones clínicas.	- EMG: actividad muscular de TA, TP, PL, GM, GL, soleo, VM, VL, RF, ST, BF, GIM - Cinemática de tobillo, rodilla, cadera y pelvis - Diferencia de altura del ALI en carga y descarga. - Diferencia del ancho del medio pie en carga-descarga.
Van Lunen B. et al. (2011) [33]	Efecto del ALD y de las órtesis en niveles de dolor, pico y media de presiones plantares durante la marcha y la carrera	17 (5 hombres y 12 mujeres) con fascitis plantar	- Hª de Qx de espalda o de MMII - Patología de MMII (3 meses previos)	Caminar y correr 1,5 min con ALD y 1,5 min con órtesis.	- Presiones plantares (plantillas) - Dolor (EVA)
Franettovich M. et. al (2008) [28]	Efectos del vendaje ALD en la actividad muscular durante la marcha.	5 individuos asintomáticos (3 mujeres y 2 hombres) con descenso del ALI en la fase de apoyo de la marcha.	- Lesión de MMII (6 meses previos) - Qx de MMII - Patología neurológica y/o cardíaca - Alergia a la venda - Tto previo con vendaje - Incapacidad para caminar 20 min	Caminar a velocidad de 4,5 km/h durante 10 min con vendaje y 10 min tras su retirada.	- Altura del ALI - EMG (pico y promedio de amplitud, duración, inicio y cese de la actividad muscular): TA, TP, PL

ESTUDIO	OBJETIVO	PARTICIPANTES	CRITERIOS DE EXCLUSION	PROCEDIMIENTO	DATOS RECOGIDOS
Carter K. et. al. (2009) [13]	Cambios en las presiones plantares tras la aplicación de cuatro variantes del LD	20 sujetos asintomáticos con FPI >8	- Hª de patología de MMII - Lesión/dolor durante la marcha (12 meses previos) - < 18 años y > de 45 - FPI < 8 - Alergia a la venda - Hª de inflamación sistémica	Caminar descalzo a lo largo de un pasillo de 10 m (sin vendaje y con vendaje)	- Presiones plantares: pico, pico máx, media y media máx de presiones, curva presión-tiempo, centro de presión y tiempo de contacto total.
Nolan D. et.al. (2009) [12]	Efecto del LD en el pico de presiones plantares inmediatamente tras su aplicación y tras un periodo de ejercicio.	21 sujetos sanos mayores de 18 años con capacidad de caminar independiente durante 10 min	- < 10 mm de altura de escafoides - Lesiones de MMII (6 meses previos) - Patología neurológica o de MMII - Alergia a la venda	Caminar a velocidad normal 10 m sin vendaje, 10 m con LD y 20 min sin vendaje.	- Presiones plantares (plantillas)
Abd El Salam MS. et. al. (2011) [34]	Efecto del LD y de la plantilla soporte del ALI en el dolor y la discapacidad generada por el dolor	30 (23 hombres y 7 mujeres). Se dividieron en dos grupos. - Edades entre 40 – 60 años	- Deformidad o Qx de MMII. - Dolor referido a la planta del pie - Inyección de corticoesteroides (3 meses previos) - Alergia a la venda	9 sesiones de tratamiento de fisioterapia convencional (US y estiramientos de la musculatura de la pantorrilla) + vendaje o plantilla	- Dolor (EVA) - Disfunción relacionada con el dolor (cuestionario)
O' Sullivan K. et.al. (2008) [27]	Efecto inmediato del LD	20 sujetos con exceso de pronación	- < 10 mm de altura al escafoides - Alergia a la venda - Lesión de MMII (6 meses previos) - Incapacidad para caminar	Caminar a velocidad normal en un pasillo de 10 metros (4 vueltas con el LD y 4 tras su retirada)	- Pico de presiones plantares - Pico de pronación y de supinación - ROM de la ASA - Posición media durante la fase de apoyo de la marcha
Cornwall M. et.al. (2014) [14]	Cambios que se producen en la altura y ancho del mediopié tras la aplicación del MR6 sólo o en combinación con el LD y duración de los mismos tras realizar ejercicio	13 (4 mujeres y 9 hombres) - FPI > 4 - Sin hªlesión o dolor (6 meses previos). Fueron divididos en dos grupos aleatoriamente.		Realizar las actividades de la vida diaria normal con el vendaje durante un día en el que se realizarán mediciones en unos periodos de tiempo preestablecidos.	- Altura del ALI - Ancho del mediopié - FPI

ESTUDIO	OBJETIVO	PARTICIPANTES	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	PROCEDIMIENTO	DATOS RECOGIDOS
Cheung RTH. et.al. (2011) [22]	Eficacia de las órtesis, calzado y vendajes en la reducción de la eversión del calcáneo durante la marcha.	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos clínicos controlados y controlados aleatorios. - Sujetos con exceso de pronación. - Comparación de intervenciones anti-pronación. - Textos en lengua inglesa. 	<ul style="list-style-type: none"> -No cumplían requisitos del diseño del estudio. - Patología neurológica o cardíaca. - No realizaban comparación de intervenciones. - Intervenciones en descarga o carga parcial. 	Búsqueda en MEDLINE, EMBASE, CINHAI y AMED de artículos publicados hasta noviembre de 2010	
Cornwall M. et.al (2013) [35]	Determinar si el vendaje MR6 produce un cambio en la altura del ALI y ancho del mediopié y si la experiencia clínica influía en dichos cambios	15 (10 mujeres y 5 hombres). Se dividieron en dos grupos aleatoriamente	- Hª de lesión o dolor de MMII(6 meses previos)	Llevar aplicada una de las dos técnicas de vendaje a estudio durante una semana en la que se realizarían las mediciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Altura del ALI - Ancho del mediopié - FPI