



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGÍA

Efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional en comparación al tratamiento convencional por si solo para mejorar la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo secundaria a esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera durante el año 2013.

Tesis para optar al Grado de
Licenciado en Kinesiología

Autores: Cristian Antimil Toro
Gonzalo Henríquez Ruedlinger
Manuel Ñancuvil Manriquez

Temuco, Octubre 2012

Contenido

Capítulo I.....	9
Introducción.....	9
Capítulo II.....	12
Marco teórico	12
2.1 Inestabilidad funcional de tobillo.....	13
Definición.	13
Etiología	14
Fisiopatología.....	14
Manifestaciones clínicas.....	17
2.2 Esguince de tobillo	18
Definición	18
Epidemiología.....	19
Etiología	20
Clasificación.....	24
Factores de riesgo	27
Cuadro clínico	31
Diagnóstico médico	32
Clínico.....	32
Exámenes complementarios.....	35
2.3 Vendaje neuromuscular	38
Historia.....	39
Propiedades del vendaje neuromuscular.....	40
Efectos de la técnica	42
Indicaciones del vendaje neuromuscular	44
2.4 Propiocepción.....	47
Introducción.....	47
Definición	48
Receptores.....	49
Vías de la propiocepción	51
Vía para la propiocepción consciente	51
Vías para la propiocepción inconsciente.....	54

<i>Neurofisiología</i>	56
<i>Capítulo III</i>	58
<i>Búsqueda sistemática de la información</i>	58
3.1 <i>Pregunta de búsqueda</i>	58
3.2 <i>Protocolo de búsqueda</i>	58
<i>Fuente de búsqueda</i>	59
<i>Términos mesh</i>	59
<i>Historial de búsqueda</i>	61
<i>Resultados de búsqueda</i>	61
3.3 <i>Pregunta de búsqueda 2</i>	61
3.4 <i>Protocolo de búsqueda</i>	61
<i>Fuente de búsqueda</i>	61
<i>Términos mesh</i>	61
<i>Historial</i>	62
<i>Resultados</i>	62
3.5 <i>Análisis crítico de la literatura</i>	64
3.6 <i>Conclusión del análisis critico</i>	74
<i>Capítulo IV</i>	76
<i>Propuesta del proyecto de investigación</i>	76
4.1 <i>Pregunta de investigación</i>	76
4.2 <i>Objetivos de la investigación</i>	76
<i>Objetivo general</i>	76
<i>Objetivos específicos</i>	77
4.3 <i>Justificación de la pregunta (finer)</i>	78
<i>Factible</i>	78
<i>Interesante</i>	78
<i>Novedoso</i>	78
<i>Etico</i>	78
<i>Relevante</i>	78
<i>Capítulo V</i>	84
<i>Material y método</i>	84
5.1 <i>Diseño de investigación propuesto</i>	84
5.2 <i>Sujetos del estudio</i>	87

5.3 Criterios de elegibilidad	88
5.4 Muestra del estudio.....	90
5.5 Estimación del tamaño muestral	90
5.6 Aleatorización de la muestra	92
5.7 Enmascaramiento	93
5.8 Flujograma	94
Capítulo VI	95
Variables y mediciones	95
6.1 Variable independiente.....	95
Protocolo rehabilitación post-esguince de tobillo grado 1 y 2	96
6.2 Variables dependientes.....	111
Propiocepción.....	111
6.3 Variables de control	121
Capítulo VII	122
Propuesta de análisis estadístico del estudio	122
7.1 Hipótesis	122
Hipótesis nula (h_0)	122
Hipótesis alternativa (h_1)	122
7.2. Análisis descriptivo.....	123
7.3. Análisis inferencial	124
Capítulo VIII.....	125
Consideraciones éticas	125
8.2 Riesgos y beneficios.....	127
8.4. Control de los datos.....	128
8.5. Igualdad en la selección de los datos	128
8.6. Consentimiento informado.....	129
Capítulo IX	130
Administración y presupuesto del estudio	130
9.1. Aspectos administrativos	130
9.2. Recursos humanos	130
Equipo de trabajo	130
9.3. Materiales.....	135
9.4. Gastos de operación	137

9.5. Programa de actividades.....	139
Bibliografía.....	141
Anexo n° 1.....	146
Carta de consentimiento informado	146
Anexo n° 2.....	150
Aplicación del vendaje neuromuscular (kinesiotaping)	150
Anexo n° 3.....	152
Criterios para inestabilidad funcional del tobillo	152
Anexo n° 4.....	153
Carta gantt.....	153

Índice de figuras

Figura 1.Esquema de las bases fisiopatológicas de la inestabilidad de tobillo.

Figura 2: Vista anterior del tobillo.

Figura 3: Ligamento Colateral del tobillo.

Figura 4: Esguince grado 1. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

Figura 5: Esguince grado 2. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

Figura 6: Esguince grado 3. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

Figura 7: Criterios de Ottawa.

Figura 8: Flujograma del estudio.

Figura 9: Estiramientos de flexión dorsal con una cuña puesta en la zona plantar del pie, en posición bípeda.

Figura 10: stretching manual de inversores.

Figura 11: Ejercicio de resistencia sobre los músculos dorsiflexores con banda elástica.

Figura 12: Ejerciendo resistencia sobre los músculos flexores plantares con material elástico.

Figura 13: Ejerciendo resistencia sobre los músculos eversores del pie con material elástico.

Figura 14: Ejercicios sobre disco de freeman en sedestación.

Figura 15: Ejercicio para tríceps sural; se adopta posición bípeda, doble simétrica. Se le pide al paciente elevarse sobre la punta de los pies y caminar.

Figura 16: Entrenamiento avanzado del equilibrio y coordinación sobre una disco de Freeman que exige al paciente no apoyarse en nada mientras mantiene el equilibrio sobre una sola pierna.

Figura 17: Ejercicio propioceptivo monopodal sobre minitrampolín.

Figura 18: Ejercicio propioceptivo en un pie sobre cojín de aire.

Figura 19: ejercicio propioceptivo caminando sobre diferentes superficies como pelotas de tenis.

Figura 20: Ejercicio propioceptivo Manteniendo el balance en una pierna estando la pierna contralateral en abducción contrarresistencia de una banda elástica.

Figura 21: Mantener el equilibrio sobre una extremidad con la parte delantera del pie apoyado en un step de aeróbica inclinado hacia el otro lado.

Figura 22: Posición para la medición del sentido de posición articular.

Figura 23: Escala visual análoga.

Figura. 24. Medición de la fuerza muscular de tobillo (extraído de: De Camargo et al).²⁵

Figura 25: Secuencia de aplicación de tiras de vendaje neuromuscular en el tobillo. Los números indican el orden de aplicación.

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de las variables.

Tabla 2: Gastos por conceptos operacionales.

Tabla 3: Cuestionario de inestabilidad funcional.

Tabla 4: Carta Gantt.

RESUMEN

“Efectividad de la aplicación del vendaje neuromuscular asociado a una terapia base en comparación a una terapia base por si sola en la mejoría de la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de fútbol, voleibol y básquetbol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo secundario a esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera durante el año 2013”

Introducción: Los esguinces del tobillo en pacientes deportistas establecen una de las principales causas de inestabilidad funcional y mecánica. Estas a su vez son una de las principales causas de recurrencia, con importantes repercusiones biológicas, psicológicas y deportivas; un rápido y adecuado manejo de esta patología puede ayudar a limitar la recurrencia de esguinces y la inestabilidad provocada principalmente por alteraciones de la propiocepción.

Objetivo: Determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional para mejorar la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo secundaria a esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera.

Hipótesis: Existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de protocolo de rehabilitación post esguince de tobillo grado I-II asociado a vendaje neuromuscular en comparación con la aplicación de protocolo de rehabilitación post esguince de tobillo grado I-II por si solo en cuanto a la mejora en la propiocepción.

Diseño: Ensayo Clínico Aleatorizado Simple Ciego (evaluador).

Material y Método: El estudio se llevará a cabo en deportistas pertenecientes a selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol que presenten inestabilidad funcional de tobillo que cumplan con los criterios de elegibilidad y firmen el consentimiento informado. Para el cálculo del tamaño muestral se realizará un estudio piloto primario, debido a que no existen datos sobre el tema. En él se reclutarán 30 participantes que se aleatorizarán en un grupo control y otro experimental, 15 en cada uno, finalmente se realizará una medición basal de evaluación kinésica funcional al inicio y al final del estudio.

Conclusión: Los resultados de este estudio significarán un aporte tanto para la población de pacientes deportistas con inestabilidad funcional, como para el profesional Kinesiólogo, puesto que si se comprueba la efectividad, los beneficios de la aplicación y la acción sobre la propiocepción del vendaje neuromuscular en el tratamiento de la inestabilidad funcional se proporcionará de esta forma evidencia científica para la utilización de una nueva herramienta terapéutica en kinesiología. Sentando base para futuras investigaciones en pacientes en general.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

Una de las lesiones más frecuentes que sufren las personas que practican algún tipo de deporte es el esguince de tobillo, el cual representa un 20% de todas las lesiones y entre un 7 y un 15 % de todas las emergencias. El 75% de todas las lesiones de tobillo son lesiones ligamentosas^{1,6,7}, y el 85% de estas lesiones son secundarias a un esguince en inversión, convirtiéndola en la patología más frecuente de tobillo y la más frecuente entre deportistas como ratifica Fong et al en 2007⁹. Siendo los deportes como el basquetbol y el fútbol, responsables del 40% del total de las lesiones de los deportistas⁷.

Dentro de los factores predisponentes de lesión el factor de riesgo más estudiado es el haber sufrido un esguince en el pasado^{2,17}, incluso en atletas se ha observado que pueden llegar a tener hasta 5 veces más probabilidades de reincidencia produciéndose el 73% de los esguinces sobre un tobillo previamente lesionado¹⁰.

Una de las consecuencias más significativas luego del esguince de tobillo, es la inestabilidad funcional de tobillo, Freeman et al fueron los primeros en describir este concepto en 1965²⁶, atribuyéndolo a la lesión de los mecanorreceptores articulares de los ligamentos laterales del tobillo, y definiéndola como una sensación subjetiva de inestabilidad tras varios episodios de esguinces de tobillo que daban como resultado déficits propioceptivos. Una definición más reciente es una sensación recurrente de incapacidad e invalidez en

la realización de actividades que normalmente no causan incapacidad, por ejemplo caminar en terrenos irregulares, actividades deportivas, saltos o giros (Bergfeld, 2005).

Entre el 10% y el 60% de los pacientes que han sufrido un esguince, desarrollaran una inestabilidad funcional²⁷, debido a la suma de factores como déficit de propiocepción, debilidad muscular, déficit neurológico central o periférico y un aumento de la laxitud del ligamento talofibular anterior.

En Chile no existen publicaciones ni estudios de datos concretos acerca del porcentaje de esguinces de tobillo dentro de las lesiones traumáticas, o de la incidencia de la inestabilidad de tobillo luego de producido el esguince. Actualmente hay diferentes enfoques para tratar la inestabilidad de tobillo, en este estudio se pondrá énfasis en la aplicación de vendaje neuromuscular asociado a una terapia convencional de entrenamiento propioceptivo.

El vendaje neuromuscular es el nombre que recibe la cinta adhesiva desarrollada originalmente en Japón por Kenso Kase en 1973, que llegó a Europa y EEUU a finales de los años 90 a través de deportistas de alta competición. Su principio se basa en la modificación multisistémica a través de la piel, al aplicar el vendaje neuromuscular aumenta el espacio entre la fascia muscular y la piel, favoreciendo la libertad de movimiento con una respuesta de actuación global que actúa sobre el sistema nervioso, sobre los músculos, órganos y sistema circulatorio entre otros. Estos efectos son producidos gracias al patrón ondulado en la cara adhesiva y a sus propiedades elásticas que simulan las mismas propiedades de la piel^{45,46}.

Aunque esta técnica es usada frecuentemente por los kinesiólogos como método de apoyo en la rehabilitación de diversas patologías⁴³, la efectividad del vendaje neuromuscular sobre la propiocepción aún se está investigando. Es por la falta de estos estudios que la efectividad de la técnica de vendaje neuromuscular en la propiocepción es un área de necesidad de investigación científica.

Es por este motivo que proponemos analizar si el uso del vendaje neuromuscular como complemento al tratamiento convencional propioceptivo contribuye a la mejoría de los pacientes con diagnóstico de inestabilidad funcional.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene por finalidad dar conocer los marcos referenciales y los aspectos relevantes para la comprensión y realización de este estudio, siendo estos los siguientes conceptos: **Inestabilidad funcional**, es la patología base de nuestro estudio, en la cual se centra nuestro tratamiento y del cual posteriormente se obtendrán los resultados en base a la mejoría de la **propiocepción**, que es nuestra variable principal y por ende nuestro estudio se centra en su medición, tratamiento y mejoría en base al **vendaje neuromuscular**, siendo este la herramienta terapéutica de elección utilizada en la intervención del tratamiento del **esguince de tobillo**, que corresponde a la principal causa de inestabilidad funcional en la práctica deportiva.

2.1 Inestabilidad funcional de tobillo

Para comenzar este capítulo, nos adentraremos en el conocimiento de la inestabilidad funcional de tobillo correspondiente a la patología base de este estudio. Los individuos que presenten esta condición se les realizarán las intervenciones para la posterior obtención de los resultados.

A continuación se darán a conocer los aspectos relevantes de esta patología, como se produce y cuáles son las características principales de esta condición.

Definición.

Se considera una inestabilidad articular aquella situación en la que el componente de movilidad de una articulación va más allá del control del paciente. Clásicamente se distinguen dos tipos de inestabilidad:

1. La inestabilidad mecánica es definida como un movimiento del tobillo más allá del límite fisiológico con una alteración de las propiedades elásticas de los ligamentos fijadores, especialmente los fascículos tibio-fíbulo-talar. Como causas se barajan la laxitud cápsulo-ligamentosa patológica, cambios artrocinemáticos y/o degenerativos articulares y la irritación de la sinovial¹⁵.
2. La inestabilidad funcional es la que se debe a un déficit neuromuscular que ocasiona una sensación subjetiva de inestabilidad estando íntegras las estructuras articulares. En este caso, la articulación suele tener un rango normal de movimiento¹³.

Etiología

Los factores principales que favorecen la instauración de esta inestabilidad son la alteración de la función muscular, la limitación del balance articular y la alteración de la propiocepción. Freeman, et al., en 1965 expusieron que las lesiones de tobillo ocasionan una disrupción de las aferencias localizadas en las distintas estructuras articulares, ocasionando una desaferentización propioceptiva. Gran y Newton detectaron una disminución de la cinestesia valorando el UDPM (umbral de detección del movimiento pasivo) en tobillos que habían sufrido un esguince comparándolos con los contralaterales sanos. Glencross y Thorton objetivaron déficits en la RPP (reproducción de la posición pasiva) del tobillo en pacientes con antecedente de esguince¹⁴.

Fisiopatología.

La capacidad para detectar el movimiento del tobillo y del pie y realizar el ajuste postural correspondiente, así como la capacidad de sentir la posición del pie previo al apoyo en el suelo, son fundamentales para evitar lesiones. Si el tobillo está en una posición inadecuada cuando el pie va a contactar con el suelo (debido a un déficit propioceptivo) el resultado puede ser una lesión si no se contrarresta con una contracción rápida y fuerte de los músculos periarticulares. Entre el 10 y el 30% de las lesiones ligamentosas de tobillo, según los distintos autores, se repiten de forma recurrente y desembocan en una inestabilidad articular¹⁴.

Es sabido que cuando se produce una lesión cápsulo-ligamentaria, se pone en marcha de inmediato un proceso de reparación, tras el que un nuevo tejido colágeno aportará estabilidad mecánica a la articulación afecta. No tan conocidos son los mecanismos de reinervación de esa cápsula y/o ligamento afectado, si bien es cierto que los procesos de “curación” del tejido neural son más lentos que los de otros tejidos del cuerpo, podríamos estar así ante un tobillo mecánicamente estable, pero falto de control neuromotor¹⁵.

Las lesiones del nervio fibular común y/o del tibial, tras esguinces en inversión y flexión plantar, podrían contribuir también a la aparición de una inestabilidad funcional. Nitz et al. encontraron una disminución en la velocidad de conducción del nervio fibular común en un 17% de esguinces grado 2, y en un 86% de esguinces de grado 3, en una población de 66 sujetos.¹⁵

Richie (2001), que ha revisado el síndrome clínico de inestabilidad funcional del tobillo, considera que la inestabilidad usualmente no es resultado de la hipermovilidad. Este afirma que pruebas recientes han demostrado que con seguridad los pacientes con inestabilidad funcional del tobillo no presentan en su mayoría hipermovilidad mecánica de la articulación del tobillo, sino que dicha inestabilidad es resultado de la pérdida del control neuromuscular¹⁶.

Los individuos con inestabilidad funcional de tobillo subestiman la posición de la articulación al momento de colocar el tobillo en posición de flexión plantar e inversión. Es decir, que la posición del tobillo puede estar en una posición de flexión plantar e inversión mayores a lo que los individuos perciben¹⁷.

Richie señala que los componentes del control neuromuscular son la propiocepción, la fuerza muscular, el tiempo de reacción muscular y el control postural. Los déficits propioceptivos conducen a una demora en el tiempo de reacción del fibular, lo que parece ser un reflejo periférico. La propiocepción y la fuerza muscular en eversion mejoran con el uso de dispositivos de sostén pasivo, mientras que el equilibrio y el control postural del tobillo parecen estar disminuidos después de un esguince lateral de tobillo, pudiendo ser restaurados mediante el entrenamiento de mecanismos nerviosos centrales¹⁶.

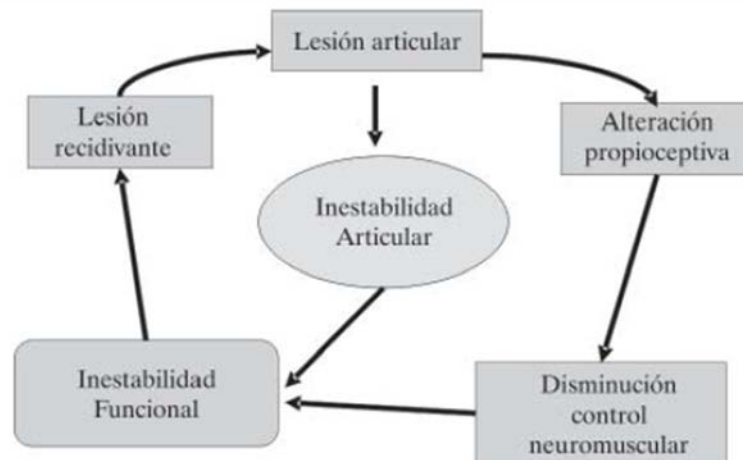


Figura 1.Esquema de las bases fisiopatológicas de la inestabilidad de tobillo.¹⁷

Manifestaciones clínicas^{13,14,17}

Entre las manifestaciones clínicas más frecuentes encontramos las siguientes:

- Sensación de falta de control de la articulación o fallo articular que no excede los rangos fisiológicos.
- Debilidad de la musculatura periarticular.
- Disminución de la cinestesia valorando el umbral de detección del movimiento pasivo.
- Déficits en la reproducción de la posición pasiva.

2.2 Esguince de tobillo

Consideramos importante conocer sobre esta patología, si bien no es nuestra patología base para analizar, es la principal causa de la inestabilidad funcional de tobillo sobre todo en la práctica deportiva, transformando en un parámetro esencial para el desarrollo del estudio.

A continuación se expondrá sobre las características de esta patología para su mayor entendimiento.

Definición

El esguince de tobillo es una de las lesiones más comunes del aparato locomotor. Las lesiones traumáticas de tobillos corresponden a las de mayor frecuencia durante la práctica deportiva y en actividades de la vida diaria.

Un esguince implica una alteración del ligamento que sirve de apoyo a una articulación. Un ligamento es una banda de tejido duro y relativamente inelástico que conecta un hueso con otro⁴. El esguince también corresponde al alargamiento, estiramiento o desgarro graves de los tejidos blandos como capsulas articulares, ligamentos, tendones o músculos. Este término se emplea con frecuencia para referirse a lesiones ligamentarias y se gradúa como esguince de primero, segundo y tercer grados⁵.

Epidemiologia

Las lesiones del ligamento lateral del tobillo son un problema común en los servicios de urgencias, con una tasa estimada de una lesión de tobillo cada 10.000 personas por día en Estados Unidos. Las estadísticas de los servicios de urgencias revelan que los pacientes con esguince de tobillo representan del 2 al 6 % de todos los pacientes que buscan tratamiento y por consiguiente, la lesión aguda de los ligamentos del tobillo es la lesión observada con mayor frecuencia en la sala de urgencias⁶.

En la mayoría de los casos, los pacientes que se lesionan las estructuras ligamentosas del tobillo tienen menos de 35 años de edad y ocurre al realizar actividades deportivas.

En términos generales, las lesiones por inversión de los ligamentos externos del tobillo son las más frecuentes en deportes como el basketbol y el fútbol, y suponen el 40% del total de las lesiones de los deportistas⁷.

Se sabe que el ligamento talofibular anterior es el primero o el único ligamento que sufre lesión en el 97 % de los casos (Brostrom 1965; van Dijk 1994). Brostrom (Brostrom 1965) encontró que el 20 % de los casos sufrió roturas combinadas del ligamento talofibular anterior y del ligamento calcáneofibular y que sólo el 3% sufre rotura aislada del ligamento calcáneofibular. El ligamento talofibular posterior generalmente no está lesionado a menos que haya una luxación franca del tobillo⁸.

Etiología

El mecanismo de lesión del tobillo se produce tras un movimiento de inversión o eversión forzada y puede producir una simple distensión ligamentosa hasta una rotura completa del aparato capsuloligamentoso⁹. A continuación describiremos los pasos por los que se produce la lesión ligamentosa del tobillo, destacando que los movimientos de inversión corresponden al mecanismo lesional de los esguinces laterales de tobillo que utilizaremos en el estudio:

- a) El tobillo es llevado con mayor o menor violencia en un movimiento de inversión o eversión forzada.
- b) Los ligamentos internos o externos son progresivamente distendidos.
- c) Si el desplazamiento prosigue, la resistencia del ligamento es sobrepasada, y éste se desgarrar parcial o totalmente, sea en su continuidad o en algunas de sus zonas de inserción ósea (lo más frecuente); suele arrancar un pequeño segmento óseo de la zona de inserción, lo cual se detecta en la radiografía.
- d) Si el movimiento lateral de inversión o eversión continúa, al desgarrar de los ligamentos del tobillo sigue el de la cápsula articular y de las fibras de la membrana interósea.
- e) Si la inversión o eversión es llevada a un grado máximo, el talo es arrastrado a un movimiento de rotación externa o interna; al girar ofrece un mayor diámetro transversal a la ajustada mortaja tibio-fibular. Como consecuencia se abre la articulación con ruptura de los ligamentos tibio-fibulares inferiores, generándose la diástasis tibiofibular. Desde este

instante debe considerarse que necesariamente hubo un grado de desplazamiento del talo, con los caracteres de una subluxación.

- f) Si el movimiento de inversión o eversión prosigue, puede ocurrir:
- i. Que el talo choque contra el maléolo tibial y lo fracture (inversión del pie).
 - ii. En su movimiento de inversión y rotación, el talo arrastra al maléolo fibular, el cual se encuentra sujeto por los ligamentos; le imprime un movimiento de rotación y lo fractura, generalmente por encima de la sindesmosis (fractura supra-sindesmal).
 - iii. Si el desplazamiento es en eversión, el ligamento deltoideo es traccionado, y arranca el maléolo tibial, que generalmente se desplaza y gira sobre su eje.
 - iv. Si la violencia del traumatismo es extrema, el talo, ya sin sujeción alguna, se desplaza hacia el plano dorsal del tobillo, mientras la tibia lo hace hacia el plano ventral. El pie se luxa hacia atrás, el maléolo posterior de la epífisis tibial inferior, en su desplazamiento anterior, choca con el astrágalo y se fractura (fractura trimaleolar) con luxación posterior del pie.
 - v. Con frecuencia ocurre además la luxación lateral interna o externa del tobillo.
 - vi. Finalmente, se llega a producir la luxación completa y la exposición, con ruptura de la piel. Tenemos la luxofractura expuesta.

Cualquiera sea la lesión producida, desde la más simple hasta la más grave, en general tienen el mismo mecanismo de producción. La diferencia radica, dentro de ciertos límites, en la magnitud de la fuerza productora del traumatismo⁹.

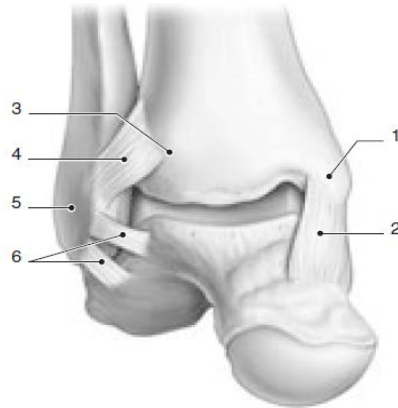


Figura 2: Vista anterior del tobillo¹².

- 1) Maléolo medial.
- 2) Ligamento colateral medial.
- 3) Tubérculo de Tillaux.
- 4) Ligamento tibiofibular anterior.
- 5) Maléolo lateral.
- 6) Ligamento colateral lateral (Haz Talofibular anterior).

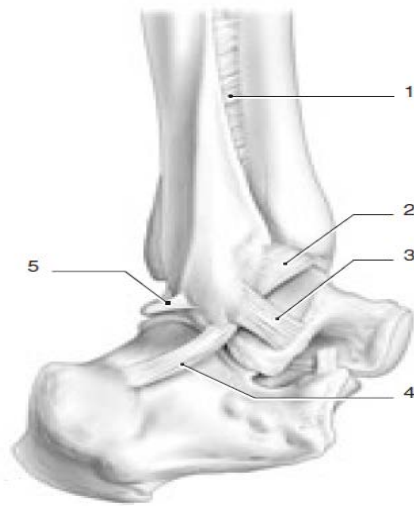


Figura 3: Ligamento Colateral del tobillo¹².

- 1) Membrana interósea.
- 2) Ligamento tibiofibular anterior.
- 3) Ligamento colateral lateral (haz talofibular anterior).
- 4) Ligamento colateral lateral (haz calcáneofibular).
- 5) Ligamento colateral lateral (haz talofibular posterior).

Clasificación

Dentro del concepto de "esguince", se incluyen lesiones de diverso grado de gravedad; desde aquellas en las cuales ha habido un desgarro parcial del ligamento, hasta aquellas en las cuales hay una destrucción completa del aparato cápulo ligamentoso de la articulación. Hay ruptura de los ligamentos externos, internos y aun de parte de la membrana interósea⁹. De esta forma los esguinces se pueden clasificar en 3 grados, según los criterios de gravedad:

- **Esguince de primer grado:** Hay una cierta extensión o quizá desgarro de las fibras ligamentosas del ligamento talofibular anterior con poca o nula inestabilidad de la articulación.⁴ Pueden observarse dolores leves, una pequeña hinchazón y rigidez de la articulación. El paciente refiere dolor local a nivel del margen antero-externo del tobillo junto a la presencia de ligera inflamación. Si se produce durante la práctica deportiva se puede incorporar al juego de nuevo¹⁰.



ADAM.

Figura 4: Esguince grado 1. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

- **Esguince de segundo grado:** hay un cierto desgarro, separación de las fibras ligamentosas y una moderada inestabilidad de la articulación⁴. Se establece que corresponde a una gravedad moderada. Suele haber lesión del ligamento talofibular anterior, cápsula articular anterior y ligamento calcáneo-fibular. Se puede apreciar un derrame o equimosis en el borde externo de tobillo y pie, junto a una marcada impotencia funcional para la deambulación. Momentáneamente se puede incorporar al partido, para abandonarlo minutos después debido al dolor. Se evidencia una inestabilidad no superior a los 10° en el estrés forzado de la articulación¹⁰.

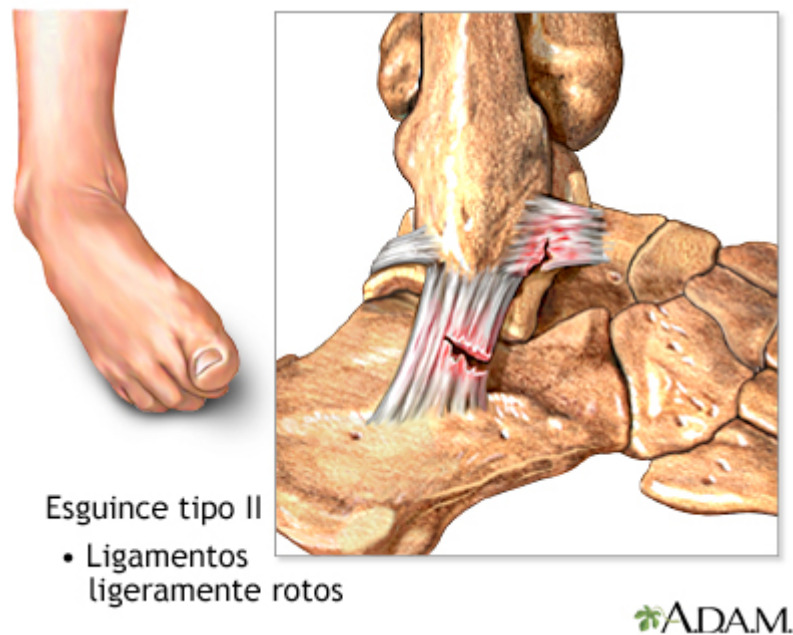


Figura 5: Esguince grado 2. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

- **Esguince de tercer grado:** Hay una rotura total del ligamento, manifestada principalmente por una importante inestabilidad de la articulación. Inicialmente se puede presentar un dolor intenso, seguido por un dolor muy leve o inexistente debido a la rotura total de las fibras nerviosas⁴. Es el más grave. Se lesiona la totalidad del ligamento lateral externo del tobillo. Produce una impotencia funcional para caminar, así como una marcada inestabilidad articular superior a los 10° en el varo forzado. En ocasiones se presenta junto a lesiones osteocondrales o de los músculos fibulares. El deportista suele percibir un crujido en el tobillo al que sigue la rápida aparición del hematoma. Es frecuente que el dolor al inicio sea muy importante, pero que debido a la rotura de las fibras nerviosas responsables de las sensaciones álgicas a continuación se produzca una fase de anestesia en el tobillo y pie¹⁰.

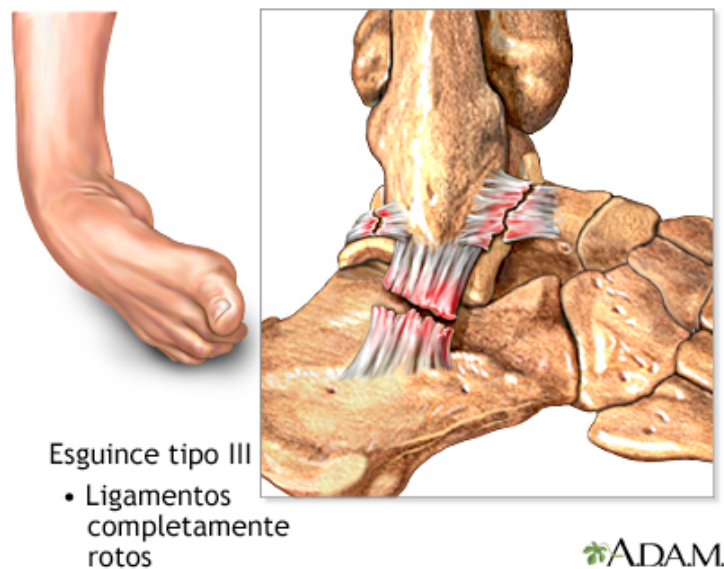


Figura 6: Esguince grado 3. (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. Institutos Nacionales de la Salud).

Factores de riesgo

Hay una serie de factores que predisponen a una persona a sufrir de un esguince de tobillo y se dividen en factores intrínsecos y extrínsecos¹⁰.

Entre los factores intrínsecos destacamos:

- ***La edad:*** según la mayoría de estudios, cuanto más veterano es el deportista mayor es el riesgo de sufrir una lesión de tobillo¹⁰
- ***Sexo:*** En cuanto a las lesiones de tobillo hay disparidad de resultados en diferentes estudios, la mayoría afirman que la mayor incidencia coincide con el sexo femenino, por razones anatómicas, hormonales y neuromusculares. Sin embargo, en valores absolutos, el sexo masculino es más prevalente a la hora de sufrir una lesión de tobillo¹⁰.
- ***Historia previa de esguinces de tobillo:*** Bosien et al afirman que tras sufrir un esguince de tobillo por inversión, la musculatura eversora permanecerá debilitada por algún tiempo. Tropp opina que la probabilidad de sufrir un nuevo esguince es dos o tres veces mayor si hay una historia previa. El déficit propioceptivo, la laxitud residual, el desbalance muscular, una rehabilitación inadecuada o una reincorporación a la actividad demasiado precoz son las causas responsables de sufrir nuevo episodios¹⁰.

- ***Factores relacionados con la arquitecturas del pie:*** En cuanto a los factores de riesgo relacionados con la arquitectura del pie tenemos: el pie varo, ya que tensa continuamente al LLE del tobillo; retropié valgo porque aunque el LLE y los músculos fibulares se encuentran sin tensión propioceptiva al contrario que el tibial posterior, si se produce un movimiento brusco no hay control muscular ni ligamentoso que contrarreste el latigazo; tendón de calcáneo corto o contracturas del mismo al forzar el pie en inversión y girar su borde externo hacia la flexión plantar; antepié cavo; metatarsalgia de la primera cabeza metatarsiana del pie que provoca un mal apoyo plantar; desbalance entre los agonistas y antagonistas de la flexión dorsal y plantar, así como de la inversión y eversión del pie a favor de la flexión plantar e inversión¹⁰.
- ***Otros factores de riesgo:*** relacionados con la mayor probabilidad de sufrir un esguince de tobillo encontramos el sobrepeso, la pobre condición física y la atrofia muscular de músculos fibulares¹⁰ (debido a que estos músculos son los principales estabilizadores dinámicos de la inversión de tobillo).

Entre los factores extrínsecos podemos destacar:

- ***Tipo de actividad deportiva:*** el basquetbol y el fútbol son los deportes que tienen mayor incidencia de esguinces de tobillo, entre el 15%-50% del total de todos los esguinces. En la NBA (liga de basquetbol de los Estados Unidos), el esguince de tobillo representa el 21% del total de lesiones del jugador profesional¹⁰.
- ***Nivel de competición:*** la posibilidad de sufrir un esguince durante una competición es 24 veces mayor que durante un entrenamiento¹⁰, debido a la mayor exigencia, sobrecarga y al mayor riesgo por contacto deportivo.
- ***Calidad técnica:*** hay controversia en este apartado, pero la mayoría de los estudios reflejan que es más frecuente que se lesionen aquellos jugadores con peor nivel técnico que aquellos con más calidad¹⁰.
- ***Tipo de calzado:*** los jugadores que calzan zapatillas con cámara de aire son más propensos a la torcedura. Algunos investigadores lo atribuyen a la pérdida de estabilidad del retropié¹⁰.
- ***Errores en la preparación física:*** como la ausencia de calentamiento y estiramiento antes y después de la actividad deportiva¹⁰, ya que el músculo se ve sobre exigido de manera brusca y no tiene el tiempo suficiente para la acomodación de sus fibras. El estiramiento permite facilitar la

contractibilidad de las fibras musculares, aumentando la tensión muscular. Esto denominado reflejo de estiramiento monosináptico⁵.

- ***Práctica deportiva sobre una superficie determinada:*** el tartán (tejido hecho a base de un diseño geométrico de líneas de colores y proporciones variadas que producen una apariencia final en forma de cuadros), así como otras superficies artificiales, asocian mayor predisposición a la lesión que el césped. La dureza y rigidez de las pistas artificiales hacen que las fuerzas de fricción asociadas a movimientos bruscos y cambios de dirección provoquen una sobrecarga ligamentosa, muscular y ósea¹⁰.
- ***Uso de órtesis o taping:*** durante la competición y el entrenamiento reduce de forma significativa el número de lesiones de tobillo, sobre todo en los que arrastran lesiones previas de éste. La explicación radica en la pérdida de movilidad sobre todo para la inversión del pie¹⁰.

Cuadro clínico

Los signos clínicos de un esguince de tobillo van a depender del grado de injuria que estos presentes pero en general son los mismos para los tres grados solo cambiando la intensidad con que se presente este.

- ***Esguince de primer grado:***

Hinchazón leve o inexistente, dolor leve y rigidez en la articulación del tobillo¹¹.

- ***Esguince de segundo grado:***

Normalmente acompañado de más hinchazón y rigidez, dolor de moderado a intenso, dificultades para soportar peso y en ocasiones inestabilidad de la articulación¹¹.

- ***Esguince de tercer grado:***

Cursan con hinchazón y dolor intensos, imposibilidad para soportar peso, inestabilidad articular y pérdida de la función de la articulación.¹¹

Dentro de las complicaciones que esta injuria pueda generar si no se trata están; el dolor crónico e inestabilidad funcional o crónica de la articulación del tobillo. Pérdida de fuerza, flexibilidad y posible pérdida de función también pueden ser efectos secundarios. La repetición de una lesión en la articulación también es mucho más probable¹¹.

Diagnóstico Médico

1. Clínico

El diagnóstico del esguince de tobillo se basa fundamentalmente en la exploración clínica. Su fiabilidad es muy importante, ya que la especificidad es del 84 % y la sensibilidad del 96%. Incluye una anamnesis en la que se investigan las circunstancias del traumatismo, ya que, debido a la fuerte correlación existente entre el mecanismo de la lesión y el diagnóstico, identificar la posición de la articulación en el momento de la lesión es de gran utilidad en la evaluación clínica⁷.

Es importante evaluar el dolor. En la mayoría de los casos, el paciente siente en el momento del accidente un dolor fuerte, que cede durante algunas horas y que vuelve después de un intervalo libre de dolor¹².

En segunda instancia, la exploración consiste en la inspección del tobillo. Hay que evaluar la postura espontánea. También hay que observar si existe tumefacción, cuya localización debe ser cuidadosamente anotada. Es necesario evaluar además la importancia y la localización de la equimosis¹².

La palpación cuidadosa del conjunto del tobillo y del pie sirve para orientar tanto el diagnóstico positivo como el diferencial: palpación de las dos puntas maleolares, de la base del quinto metatarsiano, de la tuberosidad del navicular, del ligamento medial, del ligamento tibiofibular anterior y, sobre todo, palpación de las zonas de inserción de los distintos haces del ligamento lateral (haz talofibular anterior, haz calcáneo fibular; el haz talofibular posterior no es palpable). En

general, es necesario que estén afectados los dos haces para que haya signos de inestabilidad¹².

Es necesario un minucioso examen neurológico para descartar pérdida de sensibilidad o debilidad motora debido a la posible asociación de lesiones de los nervios fibulares y tibial en algunos esguinces importantes de tobillo⁷.

Las pruebas de provocación para diagnosticar inestabilidad lateral de tobillo incluyen la prueba del cajón anterior, inclinación talar y la del varo forzado.

En las lesiones agudas y cuando las pruebas clínicas del cajón anterior y de la inclinación lateral son negativas, no es necesario realizar radiografías de estrés. En el resto de casos, podemos valorar la necesidad de realizarlas, ya que pueden ayudar en la evaluación de la inestabilidad del tobillo⁷. A continuación de detallan cada una de estas pruebas:

- **Prueba del cajón anterior:** evalúa principalmente la integridad del ligamento talofibular anterior (el desplazamiento anterior normal del talo con el tobillo a 10° de flexión plantar es de 3-4 mm; si este valor es igual o mayor a 5 mm respecto al tobillo contralateral, se considera positivo para laxitud).⁷ El paciente debe estar en posición supina. El tobillo a evaluar debe estar relajado y aproximadamente en 20° de flexión plantar. Se estabiliza la pierna distalmente con una mano y con la otra se sujeta el calcáneo. Entonces el examinador intenta desplazar el talo anteriormente tirando del calcáneo hacia adelante e impactándolo con el talo²⁴.

- **Prueba de inclinación o báscula tibiotalar:** evalúa la integridad de los ligamentos talofibular anterior o calcáneo fibular, valorando el ángulo que forman el pilón tibial y la cúpula (talar) en respuesta a una fuerza inversora del retropié. Los valores normales para esta prueba no están claramente definidos. Un estudio demostró que una diferencia de 10° en la inclinación lateral entre el lado lesionado y el no lesionado era diagnóstico del 97 % de los casos de lesiones ligamentosas laterales. Otros autores están de acuerdo en que una diferencia de 5 a 15° entre el lado lesionado y el no lesionado es diagnóstico de laxitud de tobillo.⁷ El paciente debe estar en posición supina, con el pie relajado. Manteniendo el pie en la posición anatómica, lleva el ligamento fibulocalcáneo perpendicular al eje longitudinal del talo. Este se inclina entonces hacia la inversión²⁴.
- **Prueba de varo forzado:** se usa para evaluar los ligamentos laterales del tobillo (fibulocalcáneo, fíbuloalar anterior y posterior). El paciente debe estar en posición supina con el tobillo en una posición de flexión plantar ligeramente relajada. El examinador estabiliza la pierna inferior y sostiene e invierte el calcáneo al máximo. El examinador debe palpar los tres ligamentos laterales con la mano estabilizadora a medida que aplica la fuerza de inversión²⁴.

2. Exámenes complementarios

- **Radiológico**

No debe realizarse una exploración radiológica a cada signo inflamatorio o dolor de tobillo secundario a un esguince de tobillo. Nos basaremos en los criterios de Ottawa. Esta guía (criterios de Ottawa) establece que es obligatorio realizar la serie radiológica de tobillo (anteroposterior, oblicua y lateral) cuando se observa dolor o inflamación sobre los maléolos fibular y tibial, o si el paciente es incapaz de cargar peso para realizar cuatro pasos inmediatamente después de la lesión, en la sala de urgencias.⁷ La radiografía de tobillo sólo está indicada cuando el paciente siente un dolor en la zona maleolar asociado a uno de los signos siguientes¹² (*fig. 6*):

- dolor óseo cuando se palpa la zona “a”
- dolor óseo al palpar la zona “b”
- incapacidad de apoyo inmediatamente después del accidente y durante la exploración médica.

La radiografía del pie está indicada cuando el paciente hace referencia a un dolor en el mediopié asociado a uno de los signos siguientes:¹²

- dolor óseo cuando el examinador palpa la zona “c”
- dolor óseo al palpar la zona “d”
- incapacidad de apoyo inmediatamente después del accidente y durante la exploración médica.

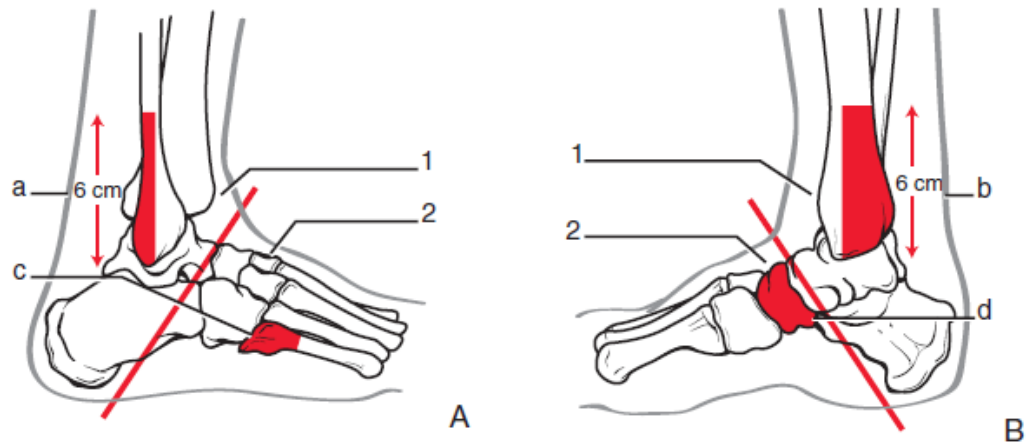


Figura 7: Criterios de Ottawa¹².

A) Vista Lateral.

B) Vista Medial.

a) Borde posterior o punta del maléolo externo.

b) Borde posterior o punta del maléolo interno.

c) Base del 5º metatarsiano.

d) Navicular.

1) Zona maleolar.

2) Mediopie.

Estos criterios no se aplican si el paciente es menor de 18 años, tiene múltiples dolores, presenta una intoxicación, está embarazada, presenta una lesión en la cabeza o muestra una disminución de la sensibilidad debida a déficit neurológico. De esta forma, disminuiríamos el número de radiografías innecesarias⁷.

En el estudio radiológico es obligatorio incluir una proyección anteroposterior, una anteroposterior con el pie rotado internamente 15-20° y una proyección lateral⁷.

Las pruebas radiológicas de estrés más utilizadas para el diagnóstico del esguince del ligamento lateral externo del tobillo son:

La tomografía computarizada (TC) es efectiva para descartar defectos osteocondrales de la cúpula talar, cambios óseos postraumáticos, pseudoartrosis, fracturas del seno del tarso, defectos óseos subtalares, etc. La gammagrafía ósea, la TC y la resonancia magnética (RM) pueden aportar información en los casos en los que el diagnóstico es difícil o para evaluar las causas de dolor crónico de tobillo secundario a lesiones ligamentosas del tobillo⁷.

2.3 Vendaje neuromuscular

Otro aspecto importante para el desarrollo de este estudio, es conocer sobre la técnica de vendaje neuromuscular que implementaremos, es decir, la herramienta terapéutica que utilizará para llevar a cabo nuestra intervención kinésica y la cual tiene por objetivo demostrar la efectividad de esta cinta en el tratamiento de la inestabilidad funcional de tobillo.

Definición

El gran desarrollo de la fisioterapia y la evolución de materiales han permitido una rápida evolución de los vendajes. Producto de la búsqueda de nuevas herramientas de tratamiento en el mundo de la rehabilitación y de la medicina deportiva, nace una nueva técnica de vendaje denominado en el mundo anglosajón como kinesiology taping (k-taping, k-tape), y en España, Italia e Hispanoamérica como vendaje neuromuscular o taping neuromuscular¹⁸.

El vendaje o taping neuromuscular consiste en la aplicación de vendas elásticas adhesivas y porosas de diferentes colores (negro, rojo, azul, piel, etc.) que son aplicadas en la piel con variados grados de tensión. Su uso se extiende a muy variadas aplicaciones terapéuticas: musculares, ligamentosas, articulares, drenaje linfático, corrección fascial y visceral¹⁸.

La filosofía detrás de este método es que los músculos no sólo son necesarios para el movimiento, sino también influyen en la circulación sanguínea,

linfática y en la temperatura corporal². Por lo tanto, cuando los músculos no funcionan bien, se pueden provocar una serie de molestias y lesiones. Por esto, la búsqueda de un método que asista en el tratamiento fisioterapéutico, pero sin restringir o limitar el movimiento, es la principal diferenciación con el taping tradicional o vendaje funcional².

Historia

Las bases del vendaje neuromuscular fueron sentadas en los años 70 en Asia, en países como Corea y Japón. Desde las ciencias de la quiropraxia y de la kinesiología surgió la necesidad del desarrollo de este nuevo método, basándose en el pensamiento, que el movimiento y la actividad muscular son imprescindibles para mantener o recuperar la salud.

Basándose en este pensamiento, en 1973 a manos del doctor Kenso Kase se desarrolló una cinta elástica que podía ayudar en la función de los músculos sin limitar los movimientos corporales.

A finales de los años 90 el ex futbolista profesional Alfred Nijhuis introdujo el método en Europa, siendo el inicio para masificarse a nivel mundial.² Pero la relevancia del uso del vendaje neuromuscular se levantó después de que la cinta fuera donada a 58 países para su uso durante los Juegos Olímpicos del año 2008, siendo vista en atletas destacados³.

Propiedades del vendaje neuromuscular

El vendaje neuromuscular (VNM) ha sido modificado, desde su creación para imitar las cualidades de la piel. Por eso ha sido diseñado para permitir una extensión longitudinal de 55-60 % de su longitud de reposo, este grado de estiramiento se aproxima a las propiedades elásticas de la piel humana. Esta cinta no está diseñada para estirarse horizontalmente y debe ser aplicada al sustrato de la piel con aproximadamente el 25 % de tensión disponible¹⁹.

El rollo promedio de la cinta del VNM puede estirarse un 35% de su longitud de reposo y las cualidades elásticas del vendaje neuromuscular son efectivas por 3 a 5 días antes de que el polímero elástico se disminuya¹⁹.

El espesor de la cinta es aproximadamente la misma que la epidermis de la piel. Esto se hizo con la intención de limitar la percepción de peso sobre la piel del cuerpo y evitar estímulos cuando está correctamente aplicado. Después de aproximadamente 10 minutos, el paciente por lo general no percibe que hay una cinta en su piel¹⁹.

El vendaje neuromuscular está compuesto de una hebra de polímero elástico recubierto por 100 % de fibras de algodón, estas fibras permiten la evaporación de la humedad del cuerpo y permiten el secado rápido. La cinta no presenta látex y el adhesivo es 100% de acrílico y se activa con el calor¹⁹.

Al momento de la aplicación, la piel debe estar limpia, libre de aceites y humedad para su correcta adhesión a la piel.

El adhesivo acrílico se hace más adherente mientras más tiempo es usado y este pegamento acrílico es aplicado en un modelo parecido a una onda, para imitar las calidades de la huella digital sobre la yema del dedo. Esto no sólo ayuda en el levantamiento de la piel, sino que también permite zonas en las que la humedad puede escapar¹⁹.

Efectos de la técnica

El Dr. Kenso Kase, postula que la aplicación del vendaje neuromuscular tendría efectos fisiológicos en:

- La disminución del dolor o sensación anormal.
- El apoyo al movimiento de los músculos.
- La eliminación de la congestión de los vasos linfáticos, líquidos o hemorragias bajo la piel.
- La corrección de la mala alineación de las articulaciones. En la actualidad aún sigue siendo un tema bastante controvertido. Sin embargo, la asociación española de vendaje neuromuscular recalca el hecho de que independiente de los incipientes estudios sobre el tema, la neurociencia permite dar sólidas bases que fundamentan los efectos positivos del Kinesiotaping. Clasifica las acciones como¹⁸:

- ✓ Acción circulatoria
- ✓ Acción analgésica
- ✓ Acción biomecánica
- ✓ Acción exteroceptiva
- ✓ Acción neurorefleja
- ✓ Acción propioceptiva

Todas las acciones del vendaje neuromuscular se explican de manera simple por la capacidad elástica de la tela, la cual provocaría²:

- Aumento de la microcirculación arterial y linfática en la zona de aplicación.
- Una estimulación de la piel y fascias en dirección del acortamiento o distensión del músculo, que estimularía la contracción o relajación de un músculo determinado.

Sin embargo, es necesario considerar la globalidad de la fisiología humana y su íntima relación con los demás sistemas. Esto indica que no se trata de procesos simples, por el contrario existen relaciones complejas entre sistemas, por esto es que, aunque se postulan varios mecanismos de acción, aún se desconoce con precisión como el vendaje neuromuscular consigue sus efectos, hasta qué punto lo hace implicando unos mecanismos u otros y en qué momento logra su mayor intensidad terapéutica².

Indicaciones del vendaje neuromuscular

La indicación del vendaje neuromuscular puede enfocarse con el objeto de prevenir o tratar una lesión del aparato locomotor.

➤ El vendaje neuromuscular preventivo se caracteriza por¹⁹:

- Útil en lesiones crónicas o recidivantes.
- Los tejidos que van a ser reforzados por el vendaje se sitúan en posición neutra, sin corregir su posición natural.
- El objetivo de estos vendajes es evitar posiciones o movimientos extremos que puedan dañar los tejidos debilitados.
- Permiten una movilidad funcional óptima.
- Aseguran la estabilidad de la articulación.

➤ El vendaje neuromuscular terapéutico se caracteriza por¹⁹:

- Se utiliza en lesiones de carácter leve o moderado.
- En lesiones graves que han sido inmovilizadas totalmente, el vendaje neuromuscular se utiliza para iniciar su rehabilitación con fines propioceptivos.

- El vendaje neuromuscular terapéutico permite situar los tejidos lesionados en posición de acortamiento, disminuyendo la tensión sobre estos tejidos.
- El vendaje neuromuscular terapéutico debe favorecer una movilidad funcional mínima.

➤ ***Indicaciones vendaje neuromuscular¹⁹:***

- Distensiones ligamentosas.
- Prevención de las laxitudes ligamentosas.
- Roturas de fibras musculares.
- Descarga en la tendinitis.
- Luxaciones y subluxaciones.
- Distensiones y elongaciones musculares.
- Para iniciar el periodo de rehabilitación.
- Después de una inmovilización total.
- Insuficiencia del aparato capsular ligamentoso.
- Musculatura atrofiada.
- Esguinces grado 1º y 2º (leves y moderados).
- Tendinitis.

➤ ***Contraindicaciones del vendaje neuromuscular¹⁹:***

- Rupturas tendinosas completas.
- Rupturas ligamentosas completas.
- Rupturas capsulares completas.
- Fracturas.
- Heridas de consideración.
- Alergias a las masas adhesivas.

2.4 Propiocepción

Introducción

Irwin Korr (1970), un importante investigador osteópata de la fisiología del sistema musculoesquelético, describió a éste sistema como la «principal maquinaria de la vida»²⁰.

El sistema musculoesquelético es el más importante consumidor de energía del organismo. Nos permite efectuar tareas, practicar deportes, jugar y tocar instrumentos musicales, brindar tratamiento, pintar y, en una multitud de otras formas, involucrarnos con la vida. Korr señala que las partes del cuerpo actúan conjuntamente «para transmitir y modificar las fuerzas y los movimientos a través de los cuales el ser humano actúa en su vida ». Esta integración coordinada se produce bajo el control del sistema nervioso central, al responder a una enorme cantidad de información sensorial ingresada desde los ambientes tanto interno como externo²⁰.

Nuestro viaje a través de las estructuras que constituyen estas vías de comunicación incluye un panorama de las maneras en que la información, sobre todo a partir de los tejidos blandos, alcanza los centros superiores. Las estaciones informativas neurales representan «la primera línea de contacto entre el ambiente y el sistema humano» (Boucher, 1996)²⁰.

La información incorporada a los sistemas de control centrales del organismo en relación con el ambiente externo fluye desde los exteroceptores (que incluyen principalmente datos relacionados con las cosas que vemos, oímos y olemos). Una amplia variedad de estaciones de información internas transmite

asimismo datos de todo lo que tenga que ver con el tono de los músculos a la posición y el movimiento de todas las partes del cuerpo. El volumen de información que ingresa al sistema nervioso central para su procesamiento desafía la comprensión, y no sorprende que en ocasiones los mecanismos que proporcionan la información o el modo en que ésta es transmitida o recibida o el modo en que ella es procesada y contestada disfuncionen²⁰.

Definición

La propiocepción puede ser descrita como el proceso de aporte de información al sistema nervioso central respecto de la posición y el movimiento de las partes internas del organismo. La información proviene de estaciones de información neural (receptores aferentes) en los músculos, la piel, otros tejidos blandos y las articulaciones. El término propiocepción fue utilizado por primera vez por Sherrington en 1907 para describir el sentido de la posición, la postura y el movimiento. Janda (1996) señala que en la actualidad se emplea («de manera no lo suficientemente correcta») con un sentido más amplio, «para describir el funcionamiento de todo el sistema aferente»²⁰.

Schafer (1987) describe la propiocepción como «conciencia cinestésica» relacionada con «postura, posición, movimiento, peso, presión, tensión, modificaciones en el equilibrio, resistencia a los objetos externos y patrones de respuesta estereotipada asociados»²⁰.

También es definida como una variación especializada de la sensibilidad táctil que tiene dos componentes:

- La cinestesia o percepción del movimiento articular.
- La sensación de la posición articular o percepción de la posición de la articulación en un momento dado¹⁴.

Receptores

El sistema propioceptivo capta la información desde los mecanorreceptores situados a nivel articular, muscular, tendinoso y cutáneo. Estos receptores, traducen la deformación mecánica de los distintos tejidos en los que se localizan en una señal neural de frecuencia modulada que es transmitida a centros superiores. Un aumento del estímulo de la deformación es codificado como un aumento del ritmo de descarga aferente y/o un incremento de la población de receptores activados¹⁶.

Podemos dividir a estos receptores en dos grupos¹⁶:

- De adaptación rápida: Ante un estímulo continuo van disminuyendo su ritmo de descarga hasta su extinción en milésimas de segundos. Son muy sensibles a los cambios de estímulo, por lo que recogen la información de movimiento o cinestesia.
- De adaptación lenta: Ante un estímulo continuo mantienen su ritmo de descarga. Se estimulan al máximo en ángulos específicos, por lo que recogen la información de posición articular

Los mecanorreceptores articulares se localizan a nivel de la cápsula, los ligamentos y el periostio y existen en dichas localizaciones receptores de adaptación lenta y rápida. Los mecanorreceptores musculares se localizan a nivel de los husos intramusculares, estos son sensibles a los cambios de longitud del músculo y además son de adaptación lenta, por lo que contribuyen a la propiocepción, de forma simbiótica con los receptores articulares, recogiendo información de la posición articular. Los mecanorreceptores tendinosos se denominan órganos de Golgi y se estimulan ante cambios de tensión, estos se complementan con la información de cambios de longitud de los husos musculares para generar información de la posición articular. A nivel cutáneo existen cuatro tipos principales de mecanorreceptores, todos ellos de adaptación lenta: terminales de Ruffini, corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Paccini y terminaciones libres. Son estimulados por el estiramiento de la piel causado por el movimiento articular y su contribución a la información propioceptiva general es menor que la de los otros receptores¹⁴.

El sistema visual proporciona información que es la referencia para la orientación del cuerpo y sus partes en el espacio. Cuando existe una alteración propioceptiva, el control postural disminuye notablemente al cerrar los ojos. El sistema vestibular recibe información del vestíbulo y los canales semicirculares del oído, esta información se usa para mantener la postura corporal, que juega un papel menor en la propiocepción cuando están funcionando los sistemas visual y propioceptivo¹⁴.

Vías de la propiocepción

1. Vía para la propiocepción consciente

La vía para la cinestesia (sentidos de la posición y vibración) y el tacto discriminativo (tacto bien localizado y discriminación de dos puntos) es el sistema de la columna posterior-lemnisco medial²¹.

Las fibras nerviosas que constituyen a esta vía tienen sus cuerpos celulares en los ganglios de la raíz dorsal. Los receptores de este sistema son a) mecanorreceptores cutáneos (folicúlos pilosos y receptores de presión por tacto) que conducen las sensaciones de tacto, vibración, movimiento piloso y presión, y b) receptores propioceptivos (huso neuromuscular, órgano tendinoso de Golgi y receptores articulares). Los receptores musculares (husos musculares y órganos tendinosos de Golgi) son los principales receptores que conducen el sentido de la posición. Los receptores articulares pueden relacionarse con el señalamiento del movimiento articular, pero no con las posiciones de las articulaciones²¹.

Los impulsos que surgen de los receptores siguen a través de fibras nerviosas grandes densamente mielinizadas que penetran en la medula espinal como división dorsolateral de la raíz posterior (dorsal y ocupan el funículo posterior de ella). Las que se originan abajo del sexto segmento raquídeo torácico forman la parte medial del funículo posterior (fascículo grácil, fascículo de Goll). Las que surgen arriba del sexto segmento torácico crean la parte lateral del funículo posterior (fascículo cuneiforme,

columna de Burdach). Las fibras de los fascículos grácil y cuneiforme se proyectan a neuronas de los núcleos de la columna posterior de la medula oblongada (núcleos grácil y cuneiforme). Los axones de las neuronas de los núcleos de la columna posterior (neuronas de 2º orden, fibras arqueadas internas) se decusan en el tegmento de la medula oblongada (decusación lemniscal, sensorial) para formar el lemnisco medial, que asciende a través de la medula oblongada (bulbo raquídeo), el puente de Varolio y el mesencéfalo para terminar en neuronas del núcleo ventral posterolateral (VPL) del tálamo. Los axones de neuronas en este núcleo talámico (neuronas de tercer orden) se proyectan en la estación terminal de esta vía en la corteza somestésica (sensorial primaria) del lóbulo parietal²¹.

Las lesiones del sistema columna posterior-lemnisco medial se manifiestan a nivel clínico por los signos siguientes²¹:

- a) Incapacidad para identificar con los ojos cerrados la posición de una extremidad en el espacio. Estos pacientes no pueden indicar si una articulación se encuentra en una posición de flexión o extensión.
- b) Imposibilidad para identificar con los ojos cerrados objetos que se colocan en las manos, como llaves y monedas, por su forma, tamaño y textura.
- c) Pérdida de la discriminación de dos puntos. Estos sujetos no son capaces de reconocer dos estímulos que se aplican de forma simultánea

a la piel cuando estos últimos están separados por una distancia mínima necesaria para su identificación apropiada como dos estímulos.

- d) Incapacidad para percibir la vibración cuando se aplica el diapasón en vibración a una prominencia ósea.
- e) Imposibilidad para conservar una postura erguida fija cuando se cierran los ojos y se colocan los pies juntos (maniobra de Romberg). Estos individuos comienzan a ladearse y pueden caer cuando cierran sus ojos, lo que elimina la compensación visual.

Algunas de las fibras en el funículo posterior emiten ramas colaterales que terminan en neuronas en la sustancia gris del asta posterior. Estas colaterales proporcionan al sistema de la columna posterior un papel en la modificación de la actividad sensorial en el asta posterior. Esta acción inhibe impulsos dolorosos. En consecuencia, las lesiones en el funículo posterior disminuyen el umbral para estímulos dolorosos. Los estímulos indoloros se tornan dolorosos, y los que causan dolor se desencadenan por umbrales de estimulación más bajos²¹.

Además de su función en la transmisión sensorial, la columna dorsal interviene en ciertos tipos de control motor; también transmite a la corteza motora información sensorial de los husos musculares, receptores articulares y receptores cutáneos necesaria en la planeación, inicio,

programación y vigilancia de labores que incluyen movimientos de manipulación por los dedos²¹.

2. Vías para la propiocepción inconsciente

La propiocepción inconsciente tiene la mediación de dos fascículos espinocerebelosos: posterior (dorsal) y anterior (ventral)²¹.

El fascículo espinocerebeloso posterior propaga impulsos del huso muscular y el órgano tendinoso de Golgi. Estos impulsos discurren por la vía de los grupos de fibras nerviosas Ia, Ib, II; penetran en la medula espinal en la porción dorsolateral de fibras de diámetro grande, densamente mielinizadas, de la raíz posterior y se proyectan en el núcleo dorsal ipsilateral (núcleo de Clark) y núcleo cuneiforme accesorio. Los axones de neuronas del núcleo dorsal (neuronas de segundo orden) forman el fascículo espinocerebeloso posterior, que asciende en el funículo lateral de la medula espinal y la medula oblongada para llegar al cerebelo por la vía del pedúnculo cerebeloso inferior (cuerpo restiforme). Los axones de neuronas del núcleo cuneiforme accesorio forman el fascículo cuneocerebeloso, que llega al cerebelo a través del cuerpo restiforme. La información que se releva hacia el cerebelo por la vía del fascículo espinocerebeloso posterior y el fascículo cuneocerebeloso se relaciona con la contracción muscular, incluidos la fase, ritmo y fuerza de la contracción²¹.

El fascículo espinocerebeloso anterior conduce impulsos del órgano tendinoso de Golgi por las vías aferentes Ib. Las fibras aferentes se proyectan en neuronas del asta posterior de la medula espinal (láminas V a VII). Los axones de las neuronas en estas láminas se decusan hacia el funículo lateral contralateral para formar el fascículo espinocerebeloso anterior, que asciende a través de la medula espinal, la medula oblongada y el puente de Varolio; regresan algunas asas para unirse al pedúnculo cerebeloso superior y penetran en el cerebelo. El fascículo espinocerebeloso anterior lleva al cerebelo información relacionada con la actividad interneuronal y la efectividad de vías descendentes²¹.

Las lesiones en las vías espinocerebelosas (como las que ocurren en la degeneración espinocerebelosa hereditaria) tienen como resultado un movimiento descoordinado. Estos pacientes tienden a caminar con una base amplia, se tambalean y con frecuencia caen²¹.

Neurofisiología

Toda la información recogida del sistema propioceptivo se procesa en conjunto con la información recogida de los sistemas visual y vestibular, y en tres niveles: a nivel de la médula espinal, a nivel del tronco del encéfalo y a nivel cerebral superior¹⁴.

- A nivel medular, existen mecanismos que originan la fijación refleja de la articulación, mediante la co-contracción sinérgica de los músculos agonistas y antagonistas. El reflejo miotático es el primer mecanismo en actuar, aproximadamente a los 40 m/s. La mayoría de las veces, este reflejo es insuficiente para estabilizar la articulación. El siguiente sistema en actuar es el que constituyen los reflejos automáticos medulares, que lo hacen a los 90 m/s. Es el primer sistema eficiente y está influenciado tanto por la intensidad del estímulo propioceptivo como por las experiencias previas del sujeto. El tercer sistema en actuar es el sistema voluntario, en torno a los 150 m/s¹⁴.
- A nivel de troncoencefálico la aferencia propioceptiva, unida ya a la vestibular y visual, es procesada para controlar el mantenimiento de la postura y el equilibrio¹⁴.
- A nivel cerebral superior tiene lugar el punto final de control, concretamente en el córtex motor y los ganglios basales. A este nivel se

programa e inicia la actividad neuromuscular voluntaria consciente en función de las aferencias. Los movimientos que se repiten pueden ser almacenados como órdenes centrales para poder ser realizados de forma inconsciente. El resultado final de la gestión de toda esta información recogida y procesada es la percepción consciente de la posición y el movimiento articular, la estabilización articular inconsciente mediante los reflejos espinales medulares y el mantenimiento de la postura y el equilibrio.¹⁴

Capítulo III

BÚSQUEDA SISTEMÁTICA DE LA INFORMACIÓN

Con el objetivo de obtener la mejor evidencia y de más alto nivel acerca de la efectividad de la aplicación del vendaje neuromuscular para mejorar la propiocepción en deportistas que sufran de inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral, se realizó una búsqueda sistemática de la información en PubMed como motor de búsqueda de la base de datos MEDLINE de citas y resúmenes de artículos de investigación biomédica. Esta base de datos es ofrecida por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.

Con el objetivo de responder la pregunta de búsqueda, también se ocuparon bases de datos como Sciencedirect y Scielo, además se realizó una búsqueda manual a través del seguimiento de referencias de artículos relacionados con el tema en libros electrónicos y textos en la biblioteca Médica de la Universidad de La Frontera.

3.1 Pregunta de búsqueda

¿Es efectiva la aplicación de vendaje neuromuscular para mejorar la propiocepción en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo?

3.2 Protocolo de búsqueda

A continuación se detalla en forma general, las fuentes de datos virtuales exploradas para la búsqueda de la información.

1. **Fuente de búsqueda:** Base de datos Medline a través de Pubmed desde la siguiente dirección electrónica: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
2. **Términos mesh:** Una vez ingresado a Pubmed se realiza la búsqueda a través de términos Mesh (Encabezados de Temas Médicos que es el acrónimo de Medical Subject Headings). Mesh es el nombre de un amplio vocabulario terminológico controlado para publicaciones de artículos y libros de ciencia.

Para la búsqueda se utilizaron los siguientes términos Mesh en el siguiente orden:

- **Athletic Tape:** Cinta adhesiva con la fuerza mecánica para resistir el estiramiento. Se aplica a la piel para apoyar, estabilizar, y restringir el movimiento y de esta manera ayudar a la curación y / o prevenir las lesiones del sistema musculoesquelético.
- **Proprioception:** Son funciones sensoriales que transducen estímulos recibidos por los receptores propioceptivos de las articulaciones, los tendones, los músculos y el oído interno en impulsos nerviosos que se transmiten al SISTEMA NERVIOSO CENTRAL. La Propriocepción proporciona sensación de posiciones estacionarias y los movimientos de cada una de las partes del cuerpo, y es importante para mantener la cinestesia y equilibrio postural.
- **Athletes:** Personas que han desarrollado habilidades, resistencia y fuerza física o los participantes en deportes u otras actividades físicas.

- ***Sprains and Strains:*** Término colectivo para las lesiones musculares y ligamentosas sin luxación o fractura. Un esguince es una lesión de la articulación en la que algunas de las fibras de un ligamento de sostén se rompen, pero la continuidad del ligamento permanece intacto. Una distensión es un estiramiento excesivo o esfuerzo excesivo de alguna parte de la musculatura.
- ***Ankle Joint:*** Articulación que está formada por la superficie articular inferior y la superficie articular maleolares de la tibia; la superficie articular del maléolo fibular; y el maléolo medial, maleolar lateral, y las superficies superiores del talo.
- ***Lateral Ligament, Ankle:*** Hay dos ligamentos laterales del tobillo - interno y externo. El ligamento lateral interno está unido al vértice y la parte anterior y posterior de cuerpo del maléolo interno y se inserta en el hueso navicular, en el ligamento calcáneo-navicular, el sustentáculo del talo del calcáneo, y el lado interno del astrágalo. El ligamento lateral externo, también llamado ligamento colateral lateral, se compone de tres fascículos distintos – el calcáneo-fibular, el talofibular anterior, y el talofibular posterior.
- ***Ankle Injuries:*** Daño o herida en el tobillo o en la articulación del tobillo por lo general causado por una fuente externa.

3. **Historial de búsqueda:**

((("Athletic Tape"[Mesh]) AND "Proprioception"[Mesh]) AND "Athletes"[Mesh])
AND ("Ankle Joint"[Mesh] OR "Lateral Ligament, Ankle"[Mesh] OR "Ankle
Injuries"[Mesh])

IV. **Resultados de búsqueda:** La búsqueda realizada arrojó 0 artículos. Debido a que no se encontraron resultados se procede a ampliar los criterios de búsqueda y se realiza una nueva pregunta de búsqueda.

3.3 **Pregunta de búsqueda 2**

¿Es efectiva la aplicación de vendaje neuromuscular para mejorar la propiocepción?

3.4 **Protocolo de búsqueda**

I. ***Fuente de búsqueda:*** Base de datos Medline (a través de Pubmed).

II. ***Términos Mesh:*** Para la búsqueda se utilizaron los siguientes términos Mesh en el siguiente orden:

- ***Athletic Tape:*** Cinta adhesiva con la fuerza mecánica para resistir el estiramiento. Se aplica a la piel para apoyar, estabilizar, y restringir el movimiento y de esta manera ayudar a la curación y / o prevenir las lesiones del sistema musculoesquelético.

- **Proprioception:** Son funciones sensoriales que transducen estímulos recibidos por los receptores propioceptivos de las articulaciones, los tendones, los músculos y el oído interno en impulsos nerviosos que se transmiten al SISTEMA NERVIOSO CENTRAL. La Propriocepción proporciona sensación de posiciones estacionarias y los movimientos de cada una de las partes del cuerpo, y es importante para mantener la cinestesia y equilibrio postural.

III. **Historial:** "Athletic Tape"[Mesh] AND "Proprioception"[Mesh]

IV. **Resultados:** La búsqueda arrojó 13 artículos de los cuales 4 responden a la pregunta de búsqueda que se detallan a continuación:

- Williams S, Whatman C, Hume P, Sheerin K. Kinesio Taping in Treatment and Prevention of Sports Injuries A Meta-Analysis of the Evidence for its Effectiveness. Sports Med 2012; 42 (2): 153-164.
- Ozer D, Senbursa G, Baltaci G, Hayran M. The effect on neuromuscular stability, performance, multi-joint coordination and proprioception of barefoot, taping or preventative bracing. Foot (Edinb). 2009; 19 (4):205-10.

- Hughes T, Rochester P. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature. *Phys Ther Sport*. 2008; 9 (3):136-47.
- Refshauge KM, Raymond J, Kilbreath SL, Pengel L, Heijnen I. The effect of ankle taping on detection of inversion-eversion movements in participants with recurrent ankle sprain. *Am J Sports Med*. 2009; 37 (2): 371-5.

3.5 Análisis Crítico de la literatura

Para el análisis crítico de la literatura actualmente disponibles sobre Vendaje neuromuscular y Propiocepción, se utilizaron las Guías de valoración crítica de la literatura médica para evaluación de ensayos clínicos y metaanálisis (Guía como utilizar una revisión de conjunto y guía como utilizar un artículo de tratamiento o prevención), publicadas en JAMA las que tienen por objetivo marcar las directrices de cómo evaluar un artículo científico, y de esta forma respaldar la información disponible, o justificar la realización de nuevas investigaciones que aporten con la información necesaria.

1. Williams S, Whatman C, Hume P, Sheerin K. Kinesio Taping in Treatment and Prevention of Sports Injuries A Meta-Analysis of the Evidence for its Effectiveness. Sports Med 2012; 42 (2): 153-164.

Abstract

Kinesio- tape es una cinta elástica terapéutica utilizada para el tratamiento de las lesiones deportivas y una variedad de otros trastornos. El Dr. Kenso Kase, quiropráctico, desarrolló las técnicas de encintando de KT en la década de 1970. Se afirma que el KT contribuye a la mejoría de las lesiones musculares y articulares, ayuda a aliviar el dolor mediante el levantamiento de la piel lo que permite mejorar el flujo sanguíneo y linfático. El perfil de KT mejoró después de que la cinta fuera donada a 58 países para su uso durante los Juegos Olímpicos de 2008, y fue visto en atletas de alto rendimiento. Los profesionales se preguntan

si deben usar KT por sobre otras cintas adhesivas elásticas. El objetivo de esta revisión fue evaluar, mediante un meta-análisis, la eficacia del KT en el tratamiento y prevención de lesiones deportivas. La búsqueda se realizó en bases de datos electrónicas incluyendo SPORTDiscus, Scopus, MEDLINE, ScienceDirect y sitios web de medicina deportiva usando las palabras claves kinesio taping/tape. De 97 artículos, diez cumplieron los criterios de inclusión (los artículos presentaron datos correspondientes al efecto del KT en el resultado sobre el músculo-esqueléticos y tenían un grupo de control) y se mantuvieron para el meta-análisis. Inferencias basadas en magnitud fueron utilizadas para evaluar el valor clínico de los resultados positivos reportados en los estudios. Solo 2 estudios investigaron lesiones relacionadas con los deportes (pinzamiento del hombro), solo uno de estos involucraba atletas lesionados. Los estudios que reportan los resultados musculo esqueléticos en participantes sanos fueron incluidos en la base de que estos resultados pueden tener implicaciones para la prevención de lesiones deportivas. La eficacia de KT en el alivio de dolor fue trivial dado que no habían resultados clínicamente importantes. Hubieron resultados inconsistentes de rangos de movimientos, con al menos pequeños resultados beneficiosos vistos en dos estudios, pero los resultados fueron triviales en otros dos estudios tras numerosas evaluaciones articulares. Hubo un probable efecto beneficioso para la propiocepción en relación con el sentido de error de la fuerza de prensión, pero ningún resultado positivo para la propiocepción del tobillo. Siete resultados que se relacionan con la fuerza fueron beneficiosos, aunque hubo numerosos resultados triviales para el torque máximo de cuádriceps y tendones de isquiotibiales, y en las medidas de fuerza de prensión. El KT tuvo

algunos efectos sustanciales sobre la actividad muscular, pero no estaba claro si estos cambios eran beneficiosos o dañinos. En conclusión, hubo poca evidencia de calidad para apoyar el uso de KT sobre otros tipos de cintas elásticas en la administración o prevención de lesiones deportivas. El KT puede tener un pequeño efecto beneficioso en la mejora de fuerza, rango de movimiento en ciertas cohortes de participantes lesionados y en el sentido de error de fuerza en comparación con otras cintas, pero se necesitan más estudios para confirmar estos hallazgos. Se necesita una mayor cantidad de estudios de casos y apoyo anecdótico para la justificación de KT en investigación experimental bien diseñados, de modo que los profesionales puedan estar seguros de que el KT es beneficioso para sus atletas.

Análisis Crítico

- El tema no está claramente definido, no muestra efectivamente un problema clínico focalizado, solo nombra en su título “lesiones deportivas” sin especificar cuales, y tampoco especifica la población a la que se abocaran.
- Los criterios de inclusión fueron que los artículos proporcionaran los resultados relativos al efecto de KT en un resultado musculoesquelético, que tuvieran grupos de control y experimental y finalmente que la versión full estuviera en inglés, estos no son adecuados debido a que no se especifica en quienes fue utilizado el tape (si fue en atletas o en personas sanas), además limita la entrada de otros estudios que estén en otros idiomas.

- La búsqueda en la literatura se realizó en Bases de datos electrónicas, incluyendo SPORTDiscus, Scopus, Medline, ScienceDirect, y sitios web de medicina deportiva usando "Kinesio Taping/Tape como palabras clave. Es probable que hayan quedado fuera estudios importantes, ya que se incluyeron solo artículos en inglés, además no se menciona una revisión de su bibliografía ni tampoco contacto con expertos.
- Se realizó una evaluación de la validez de los estudios y ésta es reproducible, ya que se basó en los siguientes criterios de calidad metodológica: distribución aleatorizada de los sujetos, el cegamiento de los sujetos, y el cegamiento de los evaluadores.
- No es posible saber que tan similares fueron los resultados entre estudios, ya que no todos evaluaron las mismas variables, y no se calcula un resultado global debido a la pobre calidad metodológica de los artículos, si se consideraron todos los resultados clínicamente importantes, estos fueron dolor, ROM, fuerza, propiocepción y actividad muscular.
- No es posible saber si los beneficios superan los costos.

2. Ozer D, Senbursa G, Baltaci G, Hayran M. The effect on neuromuscular stability, performance, multi-joint coordination and proprioception of barefoot, taping or preventative bracing. Foot (Edinb). 2009; 19 (4):205-10.

Abstract

Objetivo: *El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del taping o el bracing preventivo en el equilibrio funcional, rendimiento en el salto, la coordinación multi-articular y la propiocepción en comparación con los pies descalzos.*

Diseño: *Ensayo controlado con las pruebas de la variable independiente evaluadas en 3 intervenciones: control (descalzo), bracing preventivo y taping.*

Escenario: *La fisioterapia deportiva en laboratorio de investigación.*

Participantes: *Veinte estudiantes varones universitarios físicamente activos con edades comprendidas entre 20 y 28 años que habían estado libres de patología de miembro inferior durante 12 meses y no tenían antecedentes de esguince de tobillo.*

Principales medidas de resultados: *Equilibrio en una pierna (s), rendimiento en el salto (cm), la coordinación y la evaluación de propiocepción por el sistema funcional Squat. El software calcula automáticamente el error absoluto medio (cm) y la desviación estándar (DE) de la media de error. El promedio de errores se cuantifico de forma independiente en función del modo de acción (concéntrico versus excéntrico) y de la extremidad inferior (dominante frente a la no dominante).*

Resultados: No hubo diferencia significativa entre los grupos para las pruebas de equilibrio ($p > 0,05$). Para la realización del salto vertical bilateral y la pierna dominante había diferencias significativas, en el grupo descalzo habían tenido mejores resultados en comparación con los otros grupos ($p = 0,059; 0,017$). De acuerdo con los resultados funcionales de coordinación de los participantes del sistema Squat, fueron mejores en situaciones con brace y el tape puesto que las desviaciones fueron menores para todas las posiciones concéntricas y excéntricas. La desviación de resultados de la prueba de la propiocepción fueron diferentes para las primeras desviaciones visuales y no visuales para la pierna dominante ($p < 0,05$).

Conclusión: En conclusión, el bracing y el taping pueden desempeñar un papel importante en la prevención de lesiones o rehabilitación del tobillo lesionado mediante la mejora de la coordinación concéntrica y excéntrica, propiocepción con la capacidad de reproducir el movimiento en cadena cinética cerrada mientras que disminuye el rendimiento del salto vertical. No se encontró superioridad del brace sobre el tape o vice versa en este estudio.

Análisis Crítico

- En este estudio no es posible saber si los grupos fueron aleatorizados, ya que esto no se reporta, ni tampoco el seguimiento de los pacientes.
- Ninguno de los participantes estuvo ciego durante la realización del estudio.
- Se describen las características basales de la muestra total que participa en el estudio, tenían una edad entre 20 y 28 años, una estatura entre 161-192 cm., un

peso entre 59.6-93.8 kg., un IMC entre 19.7-25 kg/m² y un porcentaje de grasa entre 10.5–32.7%, pero no se puede saber si los grupos eran similares al inicio al estudio, ya que no se describen las características de cada uno de éstos, tampoco se describe una terapia de base para saber si los grupos fueron tratados similarmente aparte de la intervención a evaluar.

- Dentro de los resultados se reportan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con Taping y el grupo control, con un valor de $p < 0.05$, pero no se describe el valor de este resultado, por lo que no es posible aplicarlo a los pacientes, ya que no se describen las características de la intervención realizada.
- Se consideraron todos los objetivos clínicos importantes, ya que se evaluó equilibrio funcional, rendimiento en el salto, la coordinación de múltiples articulaciones y propiocepción. No es posible saber si los supuestos beneficios del tratamiento superan el potencial de daño a los pacientes y los costos implícitos ya que no se reportan los posibles riesgos.

3. Hughes T, Rochester P. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature. *Phys Ther Sport*. 2008; 9 (3):136-47.

Abstract

Objetivo: *Investigar los efectos de la rehabilitación de ejercicio propioceptivo y técnicas de taping sobre medidas propioceptivas en la inestabilidad crónica funcional de tobillo (IFT).*

Diseño: *Revisión de la literatura.*

Fuentes de datos: *búsqueda de palabras clave en las bases de datos AMED, CINAHL, Medline, PEDro y SPORTDiscus desde enero 1985 hasta febrero de 2007. También se hicieron búsquedas manuales en las listas de referencias de los artículos de la literatura pertinente*

Resultados: *La búsqueda dio como resultado nueve estudios que investigaron los efectos del entrenamiento propioceptivo sobre las medidas propioceptivas. Cuatro estudios investigaron los efectos del vendaje del tobillo en las medidas propioceptivas. La literatura relacionada con el ejercicio era limitada debido a la calidad metodológica deficiente. Existe cierto acuerdo en que el tiempo de reacción muscular, déficit kinestésicos y balanceo postural puede mejorar con el ejercicio propioceptivo, sin embargo, debido a diferencias en la metodología de los estudios y su calidad, no hay recomendaciones específicas para lo que se puede hacer en la práctica. La literatura respecto a taping también es limitada en términos de cantidad y calidad metodológica. El efecto sobre el tiempo de reacción muscular, la cinestesia, y la oscilación postural se basan en un estudio*

para cada elemento, por lo tanto, recomendaciones concluyentes para la práctica no se puede realizar.

Conclusión: *Existe una escasez de evidencia de alta calidad que investigue los efectos del ejercicio propioceptivo y taping. Son necesarios ensayos clínicos adicionales de calidad superior para mejorar la evidencia de base con el fin de ayudar a los fisioterapeutas en la selección de estrategias adecuadas y eficaces en la gestión de IFT.*

Análisis crítico

- El tema si está claramente definido; los efectos del ejercicio de rehabilitación propioceptiva y las técnicas de tape sobre medidas propioceptivas en la inestabilidad funcional de tobillo crónica.
- Los criterios de inclusión fueron ensayos que investigaran temas de sujetos de cualquier edad que sufrieran de esguinces crónicos y recurrentes laterales del tobillo con sensación subjetiva de inestabilidad / dando paso, ensayos que investigaran principalmente los efectos del tratamiento de ejercicios propioceptivos y taping terapéutico sobre medidas de resultado propioceptivo incluyendo pruebas de reposición de la articulación, cinestesia (detección de movimiento activo / pasivo), tiempo de respuesta muscular (tiempo de reacción del músculo a la perturbación externa) y el control postural (estabilometría / pruebas de balanceo postural) y los ensayos publicados en revistas revisadas por pares solamente, escrito en el idioma inglés, estos no son

adecuados ya que se limita por idioma, dejando fuera artículos de cualquier otro idioma.

- La búsqueda en la literatura se realizó limitando desde enero 1985 hasta febrero de 2007, en las bases de datos AMED, CINAHL, Medline, PEDro SPORTDiscus, utilizando las palabras clave: articulación del tobillo; esguinces y distensiones, O inestabilidad articular, propiocepción, cinestesia O el sentido de posición articular, O tiempo de reacción peroneo, O el control postural, O influencia postural; y fisioterapia, O terapia física, terapia o ejercicio, O ejercicio terapéutico, O rehabilitación, O entrenamiento del equilibrio, O tape. Las listas de referencias de todos los artículos obtenidos fueron escaneados manualmente para identificar estudios adicionales relevantes para la búsqueda. Es probable que hayan quedado fuera estudios importantes ya que se incluyeron solo artículos en inglés, además no se menciona una revisión de su bibliografía ni tampoco contacto con expertos.
- Se realizó una evaluación de la validez de los estudios y ésta es reproducible, ya que se realizó a través de la Scottish Intercollegiate Guidelines Network.
- No fueron similares los resultados entre estudios, algunos artículos reportan diferencias estadísticamente significativas y otros no, los resultados globales dicen que la evidencia de investigación de los efectos del tratamiento a través del tape fue limitado debido a la mala calidad metodológica, existe una clara necesidad de más investigación de alta calidad en esta área.
- El único resultado clínico que se consideró fue la propiocepción.
- No es posible saber si beneficios superan los costos

3.6 Conclusión del análisis critico

Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura en la base de datos Medline, a través del motor de búsqueda Pubmed, Science direct y Scielo, también se hizo una búsqueda manual a través del seguimiento de referencias de artículos relacionados con el tema de libros electrónicos y textos en la biblioteca Medica de la Universidad de La Frontera.

La primera búsqueda no dio resultados, por lo que se realizó una nueva, para ampliar los criterios y los parámetros de la pregunta de búsqueda. Se obtuvieron un total de 13 títulos, de los cuales solo 4 respondían a la pregunta.

Se obtuvo acceso al texto completo de 3 de los artículos, evaluando críticamente cada uno de ellos.

Luego de leer los artículos se concluye que no existen estudios que busquen determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular para mejorar la propiocepción en deportistas con esguince lateral de tobillo, ya que la búsqueda obtuvo 0 resultados.

Al buscar la evidencia de la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular para mejorar la propiocepción se encuentra que existe evidencia que apoya esta intervención, pero no presenta una adecuada calidad metodológica debido a que el ensayo clínico no fue aleatorizado, no reporta el seguimiento de los participantes ni tampoco las características de los grupos de intervención y control, tampoco se describe como se realizó la intervención. Las revisiones de conjunto no se abocan a un problema clínico específico, dentro de los criterios de

inclusión no especifican la población a la que se podrán extrapolar los datos, limitan por idioma pudiendo dejar artículos importantes fuera de los resultados, y relatan que los resultados se vieron limitados por la baja calidad metodológica de los estudios incluidos.

Es por esto que es necesaria la realización de nuevos estudios de mejor calidad metodológica que evalúen y determinen la efectividad de esta intervención.

Capítulo IV

PROPUESTA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Pregunta de investigación

¿Es efectiva la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional en comparación al tratamiento convencional por si solo para mejorar la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo secundaria a esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera durante el año 2013?

4.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional para mejorar la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera.

Objetivos específicos

- Determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional para disminuir la intensidad de dolor en deportistas de selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol que sufran inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 o 2.
- Determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional para aumentar dorsiflexión, plantiflexión, inversión y evasión de tobillo, y fuerza muscular de dorsiflexores, eversores y plantiflexores de tobillo en deportistas de selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol que sufran inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 o 2.

4.3 Justificación de la pregunta (FINER)

Factible

Nuestro estudio es factible debido a que el número de participantes es el adecuado para lograr los objetivos, ya que encontraremos suficientes participantes dispuestos a someterse a la intervención, teniendo en cuenta que los esguinces laterales de tobillos son aproximadamente el 90% de todas las lesiones de tobillo, y representa el 25% de los accidentes deportivos.

Además cada uno de los profesionales que participan en la investigación poseen la capacitación y experiencia técnica necesaria para aplicar el tratamiento, así como en la lectura, utilización y administración de diferentes pautas de tratamiento propuestas y de la aplicación de los distintos métodos de evaluación elegidos para verificar la efectividad del tratamiento. Destacando también que para la realización de esta técnica, la aplicación de vendaje neuromuscular, no se necesita de gran implementación, y los profesionales cuentan con la capacitación y experiencia para realizarla.

En cuanto al financiamiento, es un estudio de bajo costo, ya que las dependencias que utilizaremos serán facilitadas por la clínica kinésica de la Universidad de La Frontera, y la realización de la técnica incluye materiales de fácil acceso que no requieren mayores gastos.

Por último el alcance de nuestra investigación es manejable, ya que la pregunta de investigación solo se basa en una inquietante y esta es específica y no abarca un sin número de preguntas que sean difíciles de contestar.

Interesante

Es interesante debido a que el estudio permite determinar la efectividad del vendaje neuromuscular en la propiocepción en el tratamiento de los esguinces laterales de tobillo, logrando que los resultados obtenidos puedan confirmar, refutar o ampliar hallazgos obtenidos por estudios previos, además proporcionan datos muy valiosos para la comunidad científica en general y en especial para los kinesiólogos, ya que por medio de los resultados recopilados se puede implementar la aplicación de esta técnica en los programas de rehabilitación siendo un real aporte para la recuperación de esta patología tan prevalente, además su bajo impacto económico permite que sea una técnica aplicable en cualquier protocolo kinésico de esguinces laterales.

Novedoso

El vendaje neuromuscular aplicado sobre deportistas que presentan esguince lateral de tobillo no ha sido un tema muy estudiado en nuestro medio y en general a nivel mundial, esto lo comprobamos al realizar búsquedas en diferentes bases de datos, lo que arroja escasos resultados al asociar el vendaje neuromuscular con esguince lateral de tobillo, además la mayoría de los estudios analizados presentan una baja calidad metodológica que respalde la información aportada, por este motivo consideramos que nuestra investigación es novedosa, ya que proporcionara nuevos resultados, aportando información para la evidencia ya existente, y también como una nueva opción de tratamiento para los pacientes.

Ético

Nuestro estudio cumple con los requisitos de investigación en humanos propuestos por Ezequiel Emanuel, tratando de cumplir estos a cabalidad a lo largo del proceso de investigación. Estos requisitos son los siguientes:

1. Asociación colaborativa: evitar remplazar la atención de salud existente y compartir los beneficios de la investigación: todos los grupos reciben el tratamiento médico y el fisioterapéutico de base.
2. Valor social, científico y clínico: se procurara evitar la explotación o exposición a riesgos, llevando a cabo procesos de evaluación periódica de los riesgos y beneficios producidos durante el estudio.
3. Validez científica: posibilidad de ser reproducida, objetivo científico claro, principios, métodos y prácticas de efecto seguras y aceptadas, adecuada utilización de recursos.
4. Selección equitativa del sujeto: selección basada en los objetivos y no en las desigualdades sociales. La selección se realizara en base a criterios científicos claramente establecidos de inclusión y exclusión.
5. Proporción favorable riesgo beneficio: los riesgos potenciales a los sujetos individuales se minimizan y los beneficios se maximizan.
6. Evaluación independiente: evaluación independiente realizada por personas sin ninguna relación con la investigación, permite proteger a las personas, resuelve en gran medida el potencial conflicto de intereses de los

investigadores. Las mediciones se llevan a cabo por un evaluador externo el cual posee la capacitación y experiencia técnica necesaria, la lectura, utilización y administración de los diferentes métodos de medición elegidos.

7. Consentimiento informado: el individuo puede participar en el estudio solo cuando es compatible con sus valores, creencias, intereses y preferencias respetando su autonomía.
8. Respecto a los sujetos inscritos: permitir que el sujeto cambie de opinión, proporcionando al sujeto en estudio la nueva información respecto a los riesgos que vayan apareciendo, vigilar el bienestar del sujeto durante la investigación, lo que se asegurará mediante evaluaciones y registros periódicos del riesgo-beneficio.

Nuestro estudio se considera ético por que cumple con lo mencionado anteriormente, ya que la investigación no supone ningún riesgo para los participantes siendo el balance entre beneficios y riesgos inclinado hacia los beneficios. Por otro lado todos los pacientes recibirán como base el tratamiento de base. Además se tomarán todas las medidas a lo largo de la aplicación de los tratamientos para garantizar la seguridad de los pacientes y de los profesionales que participen en el estudio. Por último las personas sujetas a experimentación serán informadas de las características del estudio y otorgarán su consentimiento voluntario para participar de dicho estudio conservando su libertad como seres humanos.

Relevante

Nuestra investigación será relevante ya que permitirá conocer de manera detallada los fundamentos de la aplicación de vendaje neuromuscular, los beneficios de su aplicación y su real acción en el tratamiento de lesiones traumáticas de tobillo.

Nuestro estudio es relevante para el conocimiento científico porque entrega nueva evidencia sobre la efectividad del vendaje neuromuscular, ya que, aunque su uso se ha hecho muy masivo en los últimos años, hay un número limitado de estudios que confirmen sus potenciales efectos.

Para los kinesiólogos será de gran ayuda, ya que tendrán nueva información en que apoyarse a la hora de aplicar este tipo de vendaje y su uso no se basará solo en los resultados beneficiosos obtenidos empíricamente como ocurre en la práctica clínica actualmente, proporcionando de esta forma evidencia científica para la utilización de una nueva herramienta terapéutica en kinesiología.

Además nuestra investigación constituirá una base para la realización de investigaciones futuras aportando evidencia científica para el desarrollo de esta técnica y su efectividad en el tratamiento.

Como el vendaje neuromuscular es una técnica que se ha incorporado hace solo algunas décadas en el mundo (y mucho menor tiempo en Chile) como herramienta terapéutica en determinadas condiciones de salud y su uso es ampliamente conocido a nivel nacional como a nivel internacional, resulta de gran importancia ampliar el conocimiento que se tiene de esta técnica en el medio local

y proporcionar evidencia que posteriormente permita incorporarla en el manejo clínico de los pacientes con lesiones agudas de tobillo , para así crear interés y continuar realizando investigaciones al respecto, que sustenten aún más su efectividad.

Capítulo V

Material y Método

Este capítulo tiene como finalidad dar a conocer como se llevará a cabo este proyecto relatando en primer lugar el diseño de investigación elegido y a través de este los métodos y materiales necesarios para su realización.

5.1 Diseño de investigación propuesto

Ensayo clínico controlado aleatorizado

Dadas las características de nuestro proyecto de investigación y acorde a nuestro objetivo general, el diseño indicado para responder a las necesidades de nuestra pregunta de investigación es un “**ensayo clínico aleatorizado**”. Estos diseños “experimentales” son estudios de cohorte en los que el investigador manipula la variable predictora o intervención y observa el efecto sobre un desenlace, además entregan un alto nivel de evidencia científica.

La principal ventaja de un ensayo frente a un estudio observacional es la fuerza de inferencia de causalidad que estos ofrecen y la capacidad de controlar la influencia de las variables confundentes⁴³. Además son ideales para poner a prueba la efectividad de programas de tratamiento, que en esta investigación están representados por las intervenciones a través de la aplicación de vendaje neuromuscular como terapia complementaria al tratamiento convencional y el tratamiento convencional por si solo.

Al hablar de un ensayo clínico controlado aleatorizado, nos referimos a que este ensayo clínico va a tener las siguientes características:

- **Clínico:** Un ensayo es clínico cuando cualquier tipo de experimentación planeada involucra pacientes con una condición médica dada con el objetivo de poder poner en claro cuál es el tratamiento más apropiado de futuros pacientes con condiciones similares o también métodos de prevención o diagnóstico. En nuestra investigación la condición médica corresponde a la inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince de tobillo grado I y II.
- **Controlado:** porque compara los efectos de la investigación, entre un grupo que recibe el tratamiento, denominado experimental y otro que actúa como control. En nuestra investigación el grupo experimental recibe la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional y el grupo control recibe solo la aplicación del tratamiento convencional
- **Aleatorizado:** debido a que la asignación de los sujetos a la exposición se realiza en base al azar, cada sujeto tiene la misma probabilidad de pertenecer a un grupo o a otro.
- **Enmascarado:** que un ensayo sea enmascarado o “ciego” significa que los pacientes, los terapeutas, los evaluadores u otros participantes en la investigación, no conocen la intervención a la que está sometido cada paciente, disminuyendo de esta forma la introducción de sesgos, ya que la

comparación de tratamientos puede ser distorsionada si el paciente y aquellos responsables del tratamiento y evaluación conocen cual tratamiento está siendo usado. En nuestra investigación solo el evaluador estará enmascarado.

Los ensayos clínicos controlados al igual que otros diseños de investigación analíticos poseen ventajas y desventajas las cuales se describen a continuación.

Ventajas del ensayo clínico

- Producen la evidencia más poderosa para causas y efectos.
- Puede ser el único diseño para algunas preguntas de investigación.
- A veces los experimentos producen una respuesta más rápida y económica que estudios observacionales.

Desventajas del ensayo clínico

- Frecuentemente son costosos en tiempo y dinero.
- Algunas preguntas no pueden ser resueltas a través de experimentos.
- Las Intervenciones estandarizadas pueden ser diferentes de la práctica cotidiana.
- Tienden a restringir el alcance y a limitar la pregunta en estudio.

5.2 Sujetos del estudio

Población Diana: Se define como el grupo de personas a las que se extrapolaran los resultados de dicho estudio. En el caso de este estudio la población diana estaría dada por deportistas que presenten inestabilidad funcional como secuela de esguince grado 1 o 2 de tobillo.

Población Accesible: Se define como el sub grupo, o la población que está disponible para realizar el estudio y está definida por características temporales y geográficas. La población accesible estaría dada por deportistas pertenecientes a selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de Temuco que presenten inestabilidad funcional como secuela de esguince grado 1 o 2 de tobillo que reciban atención en el centro kinésico de la Universidad de la Frontera en la ciudad de Temuco durante el año 2013.

5.3 Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

- Pacientes hombres, deportistas pertenecientes a las selecciones universitarias de futbol, basquetbol o voleibol de la ciudad de Temuco.
- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Pacientes con diagnóstico médico de esguince lateral de tobillo derecho o izquierdo grado 1 o 2, pero no de ambos, dentro del último año.
- Pacientes que respondan y cumplan con los criterios del cuestionario de inestabilidad funcional de tobillo (ANEXO 3).
- Pacientes con inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo.
- Pacientes que firmen el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes que se encuentren en la etapa aguda y subaguda de un esguince lateral de tobillo.
- Pacientes con inestabilidad mecánica de tobillo secundaria a fractura, luxofractura o luxación de tobillo.
- Pacientes que presenten hiperlaxitud ligamentosa, medida con índice de Carter y Wilkinson.
- Pacientes que presenten algún tipo de hipersensibilidad de la piel.
- Pacientes que presenten otro tipo de lesiones traumáticas, congénitas o degenerativas en la extremidad inferior que influyan en la movilidad normal del tobillo.
- Pacientes que hayan sufrido intervenciones quirúrgicas en el tobillo.

5.4 Muestra del estudio

La Muestra del estudio corresponde al subconjunto de individuos de la población accesible a la cual se aplicará el tratamiento en estudio.

La muestra del estudio la componen los deportistas pertenecientes a selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de Temuco que presenten inestabilidad funcional como secuela de esguince grado 1 o 2 de tobillo que reciban atención en el centro kinésico de la Universidad de la Frontera en la ciudad de Temuco durante el año 2013, que cumplan con los criterios de elegibilidad y firmen el consentimiento informado aceptando el participar en el estudio.

5.5 Estimación del tamaño muestral

Para el cálculo del tamaño muestral decidimos realizar un estudio piloto primario, debido a que no se han realizado estudios previos que indaguen sobre la efectividad del vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento conservador en la rehabilitación de la propiocepción en la inestabilidad funcional como secuela de esguince de tobillo de los cuales obtener los datos necesarios para realizar dicho calculo. Este estudio piloto nos permitirá obtener información necesaria, la cual prestará gran utilidad para mejorar la realización del estudio principal.

El tamaño muestral de nuestro estudio piloto corresponde a una muestra no probabilística, debido a que los pacientes del estudio serán voluntarios y posteriormente serán asignados de manera aleatoria a un grupo en particular. Esta muestra considerará por lo tanto, 30 sujetos, que deberán cumplir con los criterios de elegibilidad de nuestro estudio, y los participantes se aleatorizarán en un grupo control y otro experimental, 15 en cada uno.

Una vez realizado el estudio piloto primario, se analizarán los resultados obtenidos con el programa Epidat 4.0. Posteriormente se calculará el tamaño muestral probabilístico para el estudio principal que corresponde a un ensayo clínico aleatorizado, en el cual se considerarán las mismas variables, con lo cual podremos extrapolar los resultados obtenidos al resto de la población.

Para el cálculo anteriormente mencionado se usará el programa Epidat 4.0 con los siguientes datos: Nivel de confianza: 95%, Potencia: 80%, Error Alfa: 5% (0,05), Error Beta: 20%

5.6 Aleatorización de la muestra

Para efectos de este estudio se utilizara una aleatorización en bloque, a fin de disminuir la posibilidad de que ocurran desbalances en la distribución de los tratamientos, además de minimizar la aparición de sesgos en los resultados. Con este método de distribución se evita que los grupos sean de tamaño muy diferente.

Para el estudio piloto (N=30) se utilizarán bloques con 3 celdas cada uno. El número de bloques está determinado por el número de sujetos incluidos en el estudio y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque. Cada bloque contendrá en cada celda una de las intervenciones y además cada bloque deberá contener un numero balanceado de los posibles tratamientos.

5.7 Enmascaramiento

Para efectos de nuestro estudio se decidió enmascarar al evaluador, ya que él no tendrá conocimiento de que intervención fue efectuada a los paciente, al momento de evaluar los pacientes estarán sin vendaje neuromuscular, de esta forma todos serán evaluados bajo los mismos criterios, independiente de si son parte del grupo control o del grupo experimental. Las evaluaciones durante el estudio se realizarán posteriores a la intervención aplicada al paciente. El evaluador realizara las mediciones y registrará los datos obtenidos, sin realizar consultas acerca de las intervenciones. Las evaluaciones se harán en un ambiente en el que solo se encuentre el paciente y evaluador, evitando que este último tenga conocimiento de la intervención realizada anteriormente al paciente.

No es posible enmascarar al terapeuta, ya que aplicación de vendaje neuromuscular salta a la vista por lo cual éste se dará cuenta de si los pacientes son del grupo de control o intervención. Por esta misma razón no es posible enmascarar al paciente, ya que si llegara a pertenecer al grupo experimental va a ver y sentir la aplicación de vendaje neuromuscular.

5.8 Flujograma

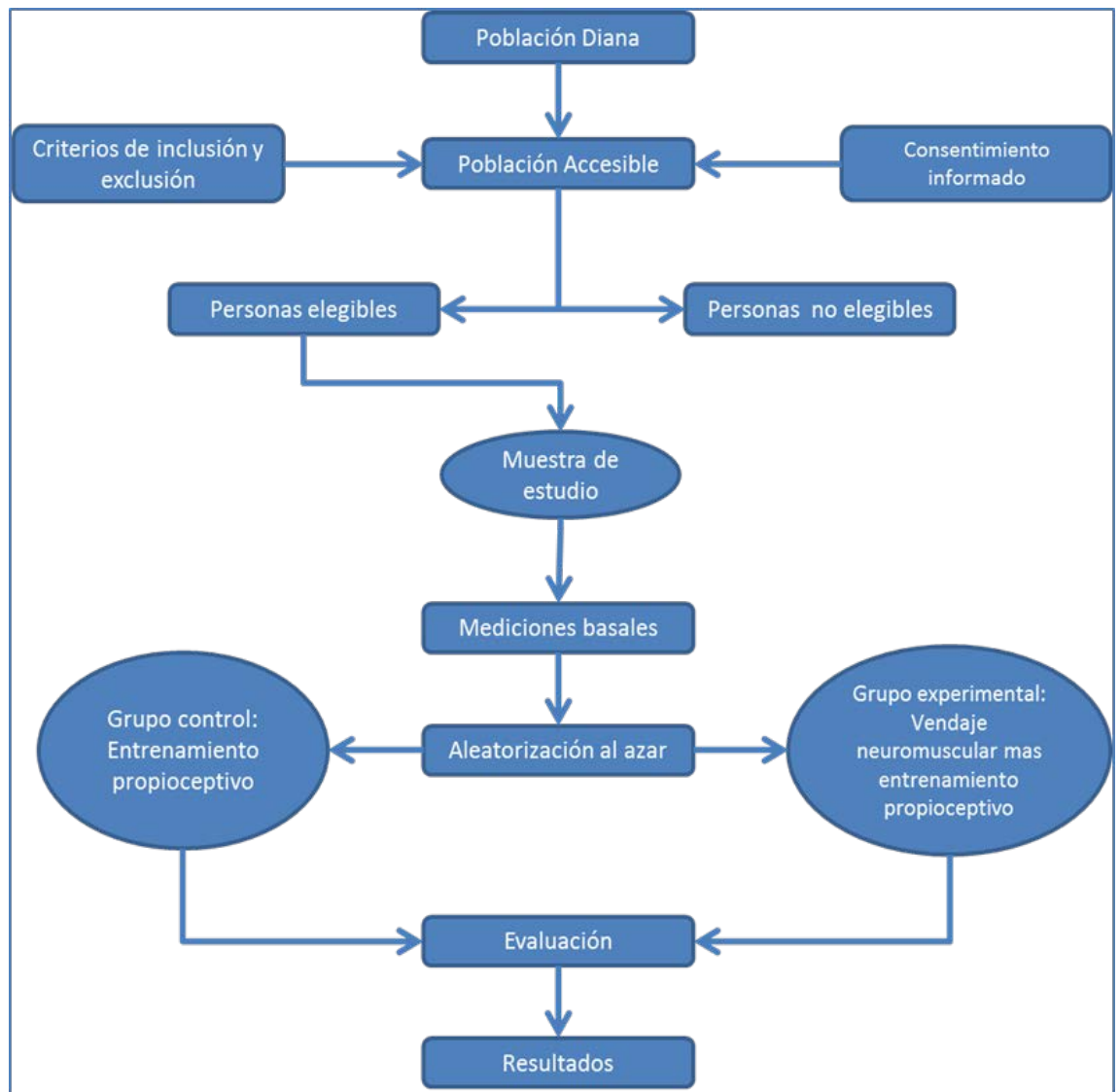


Figura 8: Flujograma del estudio.

Capítulo VI

Variables y Mediciones

6.1 Variable independiente

La variable independiente es la causa cierta o probable de que ocurra un fenómeno. En nuestro estudio la variable que manipularemos es el tratamiento aplicado al paciente. Se realizaran 2 tratamientos diferentes, el grupo experimental recibirá la aplicación de vendaje neuromuscular (Anexo 2) asociado a tratamiento convencional para la rehabilitación de la propiocepción en pacientes con inestabilidad funcional como secuela de esguince de tobillo y al grupo de control solo se le aplicara el tratamiento convencional.

A continuación se detalla el protocolo del tratamiento convencional para inestabilidad funcional post esguince de tobillo:

Protocolo rehabilitación post-esquinche de tobillo grado 1 y 2

1. Calentamiento:

Antes de cada sesión de ejercicio realizar:

- Diez minutos en treadmill:
 - Primero 5 minutos de caminata.
 - Posteriormente 5 minutos de trote suave.

2. Fase I (semana 1)

I. Aumentar rangos articulares de tobillo

A. Ejercicios de flexibilización en CCC

- Para tendón calcáneo: Estiramientos de flexión dorsal con una cuña puesta en la zona plantar del pie, en posición bípeda (figura 9).



Figura 9: Estiramientos de flexión dorsal con una cuña puesta en la zona plantar del pie, en posición bípeda²⁹.

- Para musculatura inversora de tobillo de manera manual (figura 10).



Figura 10: stretching manual de inversores²⁹.

- Se mantiene durante 30 segundos y luego se descansan los 30 segundos siguientes. Se realizan 10 repeticiones.

II. Aumentar fuerza muscular de tobillo

I. Ejercicios activos contrarresistidos en CCA con banda elástica

- Musculatura dorsiflexora de tobillo (figura 11):
 - A través de banda elástica (theraband) de color gris.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

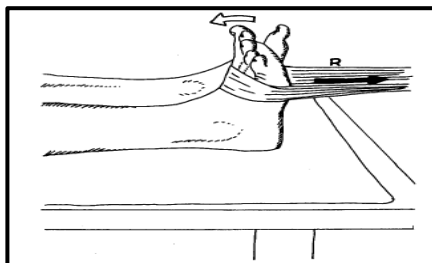


Figura 11: Ejercicio de resistencia sobre los músculos dorsiflexores con banda elástica⁵.

- Musculatura plantiflexora (figura 12):
 - A través de banda elástica de color gris.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.



Figura 12: Ejerciendo resistencia sobre los músculos flexores plantares con material elástico²⁹.

- Musculatura eversora (figura 13):
 - Con banda elástica de color gris.
 - Paciente en decúbito supino sobre camilla
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

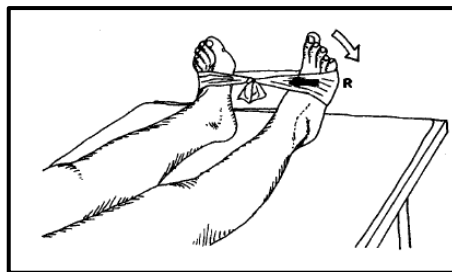


Figura 13: Ejerciendo resistencia sobre los músculos eversores del pie con material elástico⁵.

III. Reeducar propiocepción

A. Ejercicios de reposición articular:

- El paciente deberá reproducir de forma activa posiciones articulares del tobillo afectado, que el terapeuta previamente posicionará en el pie contrario.
 - Primero en posición sedente y luego en posición supina.
 - Se realizarán ejercicios con ojos abiertos y luego con ojos cerrados.
 - Realizando 5 repeticiones para cada uno de los movimientos en posiciones de dorsiflexión, plantiflexión, inversión y eversión.

B. Ejercicios sobre disco de freeman en sedestación (figura 14)

- Movilizaciones activas en los distintos arcos de recorrido articular, realizando progresivamente cada uno de los siguientes ejercicios durante 30 segundos, con un descanso de 10 segundos. Realizando 4 repeticiones por cada uno de los ejercicios mencionados a continuación:
 - Ejercicio 1: Ojos abiertos, tobillo hacia adelante y atrás.
 - Ejercicio 2: Ojos abiertos, tobillo de un lado hacia el otro lado.
 - Ejercicio 3: Ojos abiertos, realizando un movimiento circular del tobillo.
 - Ejercicio 4: Ojos cerrados, tobillo hacia adelante y atrás.
 - Ejercicio 5: Ojos cerrados, tobillo de un lado hacia el otro lado.
 - Ejercicio 6: Ojos cerrados, realizando un movimiento circular del tobillo.

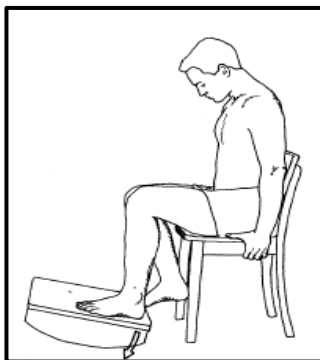


Figura 14: Ejercicios sobre disco de freeman en sedestación⁵.

C. Ejercicios sobre diferentes superficies en bípedo

- Mantenerse en una extremidad sobre una colchoneta durante 30 segundos, luego 10 segundos de descanso. Realizando 4 repeticiones.

IV. Mantener capacidad física

- Entrenamiento en cicloergómetro 20 minutos a una intensidad del 80% de la frecuencia cardiaca máxima.

3. Fase II (semana 2 y 3)

I. Aumentar rangos articulares de tobillo

A. Ejercicios de flexibilización en CCA

a) Para musculatura inversora de tobillo con stretching manual llevando el tobillo hacia la máxima eversión soportada (figura 10).

- Se mantiene durante 30 segundos y luego se descansan los 30 segundos siguientes.
- Se realizan 10 repeticiones.

B. Ejercicios de flexibilización en CCC

b) Ejercicios de flexibilización del tendón calcáneo se realizan en posición bípeda afirmándose contra la pared, sobre cuña, mantener 30 segundos, relajar 30 segundos. 10 repeticiones (figura 9).

II. Aumentar fuerza muscular de tobillo

A. Ejercicios activos contrarresistidos en CCA con banda elástica

- Musculatura dorsiflexora de tobillo (figura 11):
 - A través de banda elástica de color negra.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

- Musculatura plantiflexora (figura 12):
 - A través de banda elástica de color negra.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

- Musculatura eversora (figura 13):
 - Con banda elástica de color negro.
 - Paciente en decúbito supino sobre camilla
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

B. Ejercicios activos contrarresistencia en cadena cinética cerrada (CCC)

- Para el tríceps sural se adopta posición bípeda, doble simétrica. Se le pide al paciente elevarse sobre la punta de los pies y caminar de esta forma 30 segundos con 15 segundos de descanso (figura 15). Realizando 3 repeticiones.



Figura 15: Ejercicio para tríceps sural; se adopta posición bípeda, doble simétrica. Se le pide al paciente elevarse sobre la punta de los pies y caminar²⁹.

- Para dorsiflexores de tobillo a través de sentadillas sin carga de peso más que el propio peso corporal. Realizando 2 series de 20 repeticiones.

III. Reeducar propiocepción

A. Ejercicios sobre disco de freeman en bípedo(figura 10):

- Movilizaciones activas en los distintos arcos de recorrido articular, realizando progresivamente cada uno de los siguientes ejercicios durante 30 segundos, con un descanso de 10 segundos. Realizando 4 repeticiones por cada uno de los ejercicios mencionados a continuación:
 - Ejercicio 1: Ojos abiertos, tobillo hacia adelante y atrás.
 - Ejercicio 2: Ojos abiertos, tobillo de un lado hacia el otro lado.
 - Ejercicio 3: Ojos abiertos, realizando un movimiento circular del tobillo.
 - Ejercicio 4: Ojos cerrados, tobillo hacia adelante y atrás.
 - Ejercicio 5: Ojos cerrados, tobillo de un lado hacia el otro lado.
 - Ejercicio 6: Ojos cerrados, realizando un movimiento circular del tobillo.

B. Ejercicios sobre diferentes superficies en bípedo

- Pararse sobre la pierna lesionada y mantener el nivel del disco de freeman (figura 16) por 30 segundos, luego descansar 10 segundos. Realizando 6 repeticiones.

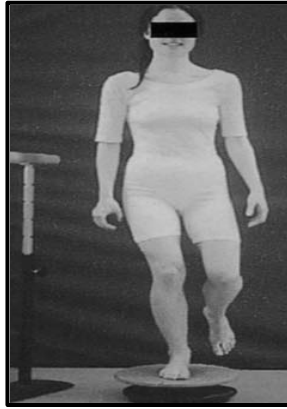


Figura 16: Entrenamiento avanzado del equilibrio y coordinación sobre una disco de Freeman que exige al paciente no apoyarse en nada mientras mantiene el equilibrio sobre una sola pierna²².

- Mantener el balance en ambas extremidades inferiores y luego en una extremidad en un mini trampolín (figura 17) durante 30 segundos, luego 10 segundos de descanso. Realizando 4 repeticiones.

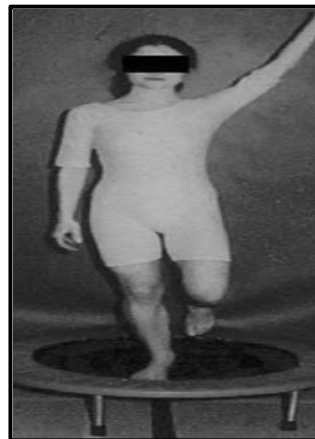


Figura 17: Ejercicio propioceptivo monopodal sobre minitrampolín²².

- Mantener el balance en ambas extremidades inferiores y luego en una extremidad (figura 18) sobre un cojín de aire durante 30 segundos, luego 10 segundos de descanso. Realizando 4 repeticiones.

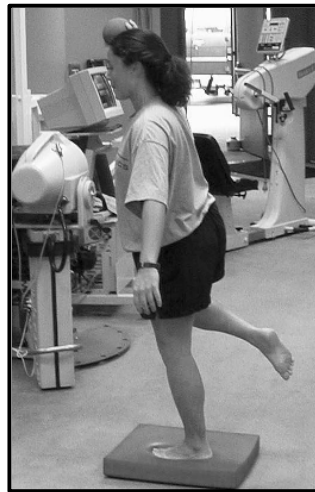


Figura 18: Ejercicio propioceptivo en un pie sobre cojín de aire²⁹.

IV. Mantener capacidad física

- Entrenamiento en cicloergómetro 20 minutos a una intensidad del 80% de la frecuencia cardiaca máxima.

4. Fase III (4, 5 y 6 semanas)

I. Mantener Rangos articulares de tobillo

A. Ejercicios de flexibilización en CCA

- c) Para musculatura inversora de tobillo con stretching manual llevando el tobillo hacia la máxima eversión soportada (figura 10).
 - Se mantiene durante 30 segundos y luego se descansan los 30 segundos siguientes.
 - Se realizan 10 repeticiones.

B. Ejercicios de flexibilización en CCC

- d) Ejercicios de flexibilización del tendón calcáneo se realizan en posición bípeda afirmándose contra la pared, sobre cuña (figura 9), mantener 30 segundos, relajar 30 segundos. 10 repeticiones.

II. Aumentar fuerza muscular de tobillo

A. Ejercicios activos contrarresistidos en CCA con banda elástica

- Musculatura dorsiflexora de tobillo (figura 11):
 - A través de banda elástica de color negra.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

- Musculatura plantiflexora (figura 12):
 - A través de banda elástica de color negra.
 - Paciente en posición sedente con piernas extendidas sobre una camilla.
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

- Musculatura eversora (figura 13):
 - Con banda elástica de color negro.
 - Paciente en decúbito supino sobre camilla
 - 5 series de 10 repeticiones cada una.

B. Ejercicios activos contrarresistencia en cadena cinética cerrada (CCC)

- Para el tríceps sural se adopta posición bípeda, doble simétrica. Se le pide al paciente que posicione solo su antepié en un peldaño de escalera dejando el retropié en el aire, luego se le solicita elevarse sobre la punta de los pies. Realizando 15-20 repeticiones por 3 series.

- Para dorsiflexores de tobillo a través de sentadillas 15 kg de carga más el peso corporal. Realizando 3 series de 20 repeticiones.

III. Mejorar propiocepción

- a) Caminar sobre diferentes superficies:
- Primero caminan por 5 minutos sobre sacos de arena, luego sobre un cajón sobre piedras de río y finalmente en un cajón con pelotas de tenis (figura 19).



Figura 19: ejercicio propioceptivo caminando sobre diferentes superficies como pelotas de tenis².

- b) Mantener el balance en una pierna estando la pierna contralateral en abducción contrarresistencia de una banda elástica (figura 20), durante 30 segundos luego 10 segundos de descanso. Realizando 4 repeticiones.



Figura 20: Ejercicio propioceptivo Manteniendo el balance en una pierna estando la pierna contralateral en abducción contrarresistencia de una banda elástica.²².

- c) Mantener el equilibrio sobre una extremidad con la parte delantera del pie apoyado en un step de aeróbica inclinado hacia el otro lado (figura 21), durante 30 segundos, luego 10 segundos de descanso. Realizando 4 repeticiones.



Figura 21: Mantener el equilibrio sobre una extremidad con la parte delantera del pie apoyado en un step de aeróbica inclinado hacia el otro lado²².

- d) ABC con balón:
- De pie frente al balón terapéutico, el pie afectado se ubica en el suelo mientras los dedos del otro pie están ligeramente en contacto con el balón.
 - Desde esta posición el paciente debe trazar las letras del abecedario con el pie que está en contacto con el balón.
- e) Subir y bajar peldaños:
- Hacia adelante y hacia atrás, 5 peldaños, realizando 3 repeticiones.

- f) Ejercicios de salto con ojos abiertos y con ojos cerrados:
- Se realizan en todas las direcciones (anteroposterior, latero lateral y diagonal)
 - Primero se realizan de manera bipodal y luego de manera unipodal.
 - Realizando 30 segundos de saltos, seguido de 15 segundos de descanso por 4 repeticiones.
- g) Saltos en un pie:
- Pararse en un pie y dar pequeños saltos hacia el pie afectado.
 - La distancia es relativamente corta (15 cm. aproximadamente)
 - Debe centrarse en mantener el equilibrio sobre el pie afectado por 3 segundos.
 - Se realiza hacia delante y en sentido lateral.
- h) Trote estático en minitrampolín por 3 minutos.
- i) Carrera continúa en forma de ocho, progresando de círculos amplios a pequeños y aumentando progresivamente de velocidad (en ambas direcciones).

IV. Mantener capacidad física

Entrenamiento en cicloergómetro 20 minutos a una intensidad del 80% de la frecuencia cardiaca máxima.

Protocolo extraído y adaptado de: ^{22, 27, 28, 30}

6.2 Variables dependientes

Propiocepción

- **Definición:** Diferencia de los ángulos predefinidos y reproducidos con el pie en cuatro posiciones de prueba, partiendo desde una posición neutra se lleva al pie a cada una de estas posiciones de prueba hasta que los sujetos indican que han llegado a la misma posición de prueba.

Se realiza con cada una de las cuatro posiciones mediante goniómetro electrónico

- **Operacionalización:**
 - **Tipo de variable:** Cuantitativa, Continua.
 - **Instrumento de medición:** Goniómetro electrónico
 - **Dimensión:** Grados.

Se utilizará el goniómetro electrónico para probar el sentido de la posición articular en una prueba de reproducción de ángulo pasivo. Será en una placa para el pie en combinación con un goniómetro de Penny & Giles (Biometrics Ltd, Gwent, Reino Unido). Los sujetos se sentarán en frente del dispositivo de medición y se coloca el pie sobre la placa para el pie horizontal. El eje de rotación del tobillo se alinea con el maléolo medial. La articulación de la rodilla se coloca sobre el tobillo. Esta posición se define como la posición neutra (0 °). Los sujetos no podrán ver sus pies durante todo el examen y tendrán cerrados los ojos para concentrarse en las medidas (figura 22). Para la reproducción del ángulo pasivo, el pie se pondrá en cada una de las 4 posiciones de pruebas (10 °, 20 ° de flexión dorsal, 15 °, y 30 ° de flexión plantar) durante 2 segundos. Entonces se trae de

vuelta a la posición neutral y de nuevo hacia la posición de prueba hasta que los sujetos indiquen que sienten que han llegado a la misma posición de prueba. Luego el pie debe ser traído de vuelta a la posición neutral, y el siguiente ángulo es evaluado. Los ángulos se dan en orden aleatorio y cada ángulo se ensaya seis veces. Todas las pruebas de posición articular serán realizadas por el mismo investigador. La diferencia de todos los ángulos predefinidos y reproducido se guardará para análisis²².

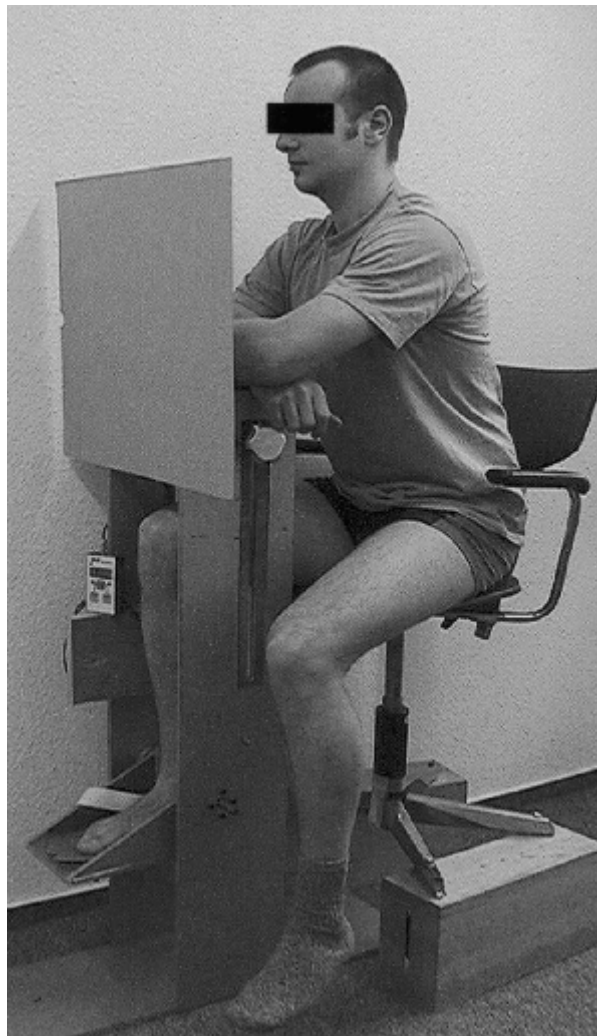


Figura 22: Posición para la medición del sentido de posición articular²².

Intensidad del Dolor

- ***Definición:*** precepción del grado de dolor que refiere el paciente mediante la marcación de esta en la escala visual análoga.
- ***Operacionalización:***
 - ***Tipo de variable:*** Cuantitativa, Continua.
 - ***Instrumento de medición:*** Escala visual análoga
 - ***Dimensión:*** milímetros
 - ***Indicador:*** EVA

Esta variable será medida por medio de la escala visual análoga (EVA). Esta escala es una herramienta fácilmente aplicable para cuantificar la intensidad del dolor. Esta escala fue creada por E.C. Huskisson en 1974, con el objetivo de proporcionar una medida simple y cuantificable de la sensación dolorosa.

Consiste en una línea recta, convencionalmente de 10 cms. de longitud graduada en un extremo con las palabras “sin dolor” y en el otro extremo la leyenda “peor dolor imaginable”. El paciente marca en la línea el punto que represente la percepción de su grado de dolor, de acuerdo con los parámetros mencionados. La longitud de la línea del paciente es la medida y se registra en milímetros. La ventaja de la EVA es que no se limita a describir 10 unidades de intensidad, permitiendo un mayor detalle en la calificación del dolor. También pueden utilizarse escalas semejantes que en un extremo indiquen “sin abolición del dolor” y en el otro “ausencia de dolor” o “máxima abolición”.

Es de fácil y rápida aplicación, unos 30 segundos aproximadamente, aunque requiere un cierto grado de comprensión por parte del paciente. Hoy en día este abordaje es aplicable a todo tipo de paciente, partiendo de niños de 5 años en adelante. Se ha determinado que la diferencia mínima clínicamente significativa corresponde a 12 mm indiferente de la intensidad de dolor que presenten los pacientes.



Figura 23: Escala visual análoga²³.

No existe un protocolo establecido para la aplicación de la EVA sin embargo en clínica se puede mostrar al paciente el anverso de una regla en el que debe señalar con un cursor o con el dedo el punto de la línea que representa la intensidad de su dolor, de acuerdo con los parámetros mencionados anteriormente.

El evaluador observa en el reverso de la regla la puntuación que corresponde a la intensidad del dolor reportado (de 0-10).

La EVA debe ser presentada al paciente de la misma forma durante las evaluaciones sucesivas sin mostrarle la escala numérica (ya que en este caso se estaría aplicando una escala numérica de evaluación del dolor); presentarla

horizontal o verticalmente con los parámetros respectivos en cada extremo y con el cursor presente en el mismo punto (al inicio o al medio) en cada sesión.

Rango de movimiento articular

- ***Definición:*** medición pasiva de los ángulos de movimiento de la articulación del tobillo encontrados en el paciente en comparación con los parámetros normales mediante la utilización de un goniómetro digital.
- ***Operacionalización:***
 - ***Tipo de variable:*** Cuantitativa, Continua
 - ***Instrumento de medición:*** Goniómetro electrónico.
 - ***Dimensión:*** Grados.

La medición de los ángulos de movimiento se realiza con goniómetros. Existen varios tipos de goniómetros aplicables en función de la anatomía de las articulaciones a evaluar y de los movimientos²⁴ que estamos midiendo.

Para realizar esta medición se utilizará goniometría digital. En nuestro particular realizaremos goniometría de flexión plantar, flexión dorsal, inversión y eversión de tobillo.

Se utilizará un goniómetro digital para medir los diferentes rangos de movimiento. Será en una placa para el pie en combinación con un goniómetro de Penny & Giles (Biometrics Ltd, Gwent, Reino Unido). Los sujetos se sentarán en frente del dispositivo de medición y se coloca el pie sobre la placa para el pie

horizontal. El eje de rotación del tobillo se alinea con el maléolo medial. La articulación de la rodilla se coloca sobre el tobillo. Esta posición se define como la posición neutra correspondiente a 0°. ²²

Se evaluarán los siguientes parámetros goniométricos de la movilidad de la articulación del tobillo ²⁴.

1. Dorsiflexión de la articulación del tobillo

- **Movimiento**

De 0° a 20° de dorsiflexión de tobillo.

- **Alineación goniométrica**

- ✓ Eje: Colocado en el maléolo lateral de la fíbula, distalmente a 2,5 cm.
- ✓ Brazo fijo: Colocado paralelo a la línea medial lateral de la fíbula, proyectado hacia la cabeza de la fíbula.
- ✓ Brazo móvil: Colocado paralelo a la línea media lateral del calcáneo.

Estabilización: La pierna está estabilizada.

- **Precauciones**

- ✓ Impida que las articulaciones de la cadera y rodilla se muevan.
- ✓ Evite la inversión y la eversión.
- ✓ Mantenga la rodilla flexionada para impedir el estiramiento del músculo gastrocnemio.

- ✓ Alinee el brazo móvil del goniómetro con el calcáneo lateral, no con el empeine.

2. Flexión plantar de la articulación del tobillo

- **Movimiento**

De 0° a 45° de flexión plantar en la articulación talocrural.

- **Alineación goniométrica**

La alineación goniométrica y la estabilización son las mismas que para la dorsiflexión de la articulación del tobillo.

- **Precauciones**

- ✓ Evite la flexión del empeine.
- ✓ Impida la rotación de la articulación de la cadera.
- ✓ Impida la inversión y la eversión del pie.

3. Supinación mediotarsiana-subtalar (inversión)

- **Movimiento:**

De 0° a 30° de inversión.

- **Alineación goniométrica**

- ✓ Eje Preferente: Colocado sobre la superficie dorsal del pie, a medio camino entre los maléolos.

Alternativa: Colocado en la cara lateral del pie, a la altura de la quinta articulación metatarsofalángica.

- ✓ Brazo fijo Preferente: Colocado a lo largo de la superficie anterior sobre la cresta de la tibia, en línea con la tuberosidad tibial.

Alternativo: Colocado lateralmente sobre el eje longitudinal de la tibia.

- ✓ Brazo móvil Preferente: Colocado a lo largo de la superficie dorsal de la segunda diáfisis metatarsiana. Alternativo: Colocado paralelo a la superficie plantar del talón.

Estabilización: La pierna está estabilizada.

- ***Precauciones***

- ✓ Impida la rotación medial y la extensión de la articulación de la rodilla.
- ✓ Impida la rotación lateral y la abducción de la articulación de la cadera.
- ✓ Permita la flexión de la articulación del tobillo.

4. Pronación mediotarsiana (transtarsal)-subtalar (eversión).

- ***Movimiento***

De 0° a 25° de eversión del pie.

- ***Alineación goniométrica***

La alineación goniométrica y la estabilización son las mismas que para la supinación mediotarsiana subtalar.

- ***Precauciones***

- ✓ Impida la rotación lateral de la rodilla.
- ✓ Impida la rotación medial de la articulación de la cadera y la abducción.
- ✓ Permita la dorsiflexión del tobillo.

Fuerza muscular

- ***Definición:*** Medición de la fuerza ejercida por los grupos musculares del tobillo de manera isométrica mediante dinamómetro isométrico.
- ***Operacionalización:***
 - ***Tipo de variable:*** Cuantitativa, Continua
 - ***Instrumento de medición:*** Dinamómetro Isométrico
 - ***Dimensión:*** Kilopondio

Para la medición de la fuerza muscular isométrica del tobillo, se utilizará un dinamómetro isométrico Lafayette (Modelo 01163), y una mesa de cuádriceps adaptada para colocar la cadera del paciente y de la rodilla en un ángulo de 30 ° de flexión, respectivamente, Los segmentos del muslo y pie de soporte son ajustables de acuerdo a la longitud de la extremidad inferior del paciente. Se adaptaron las cintas de "Velcro" para fijar y promover la estabilidad en la extremidad inferior del paciente, la prevención de movimientos indeseados de sustitución²⁵.

El paciente se ubica en decúbito supino con la cadera y rodilla de la extremidad a evaluar en flexión aproximadamente 30 ° y estabilizado con velcro. Una vez colocado el paciente, El tobillo se posiciona en posición neutra y el examinador coloca el dinamómetro para probar la fuerza muscular isométrica²⁵.

Según el grupo muscular a evaluar el dinamómetro se ubica²⁵:

- Eversión: 2 cm proximal y lateral de la quinta articulación metatarso falángica (Figura 24).
- Dorsiflexión: 2 cm proximal y por la cara dorsal de la tercera articulación metatarsofalángica.
- Plantiflexión: 2cm proximal y por la cara plantar de la tercera articulación metatarsofalángica.



Figura. 24. Medición de la fuerza muscular de tobillo (extraído de: De Camargo et al).²⁵

6.3 Variables de control

Se consideran variables basales aquellas que no siendo las más importantes del estudio, si están presentes en los sujetos y podrían influir en los resultados. Por esta razón se consideran dentro de esta clasificación:

- **Edad:** Cuantitativa, Continua.
 - ✓ Instrumento: Cedula de identidad.
 - ✓ Dimensión: Cantidad de años de vida cumplidos a la fecha de aplicación del estudio.
- **Peso:** Cuantitativa, Continua.
 - ✓ Instrumento: Báscula romana.
 - ✓ Dimensión: En Kilos.
- **Talla:** Cuantitativa, Continua.
 - ✓ Instrumento: Tallímetro de la Báscula romana.
 - ✓ Dimensión: En Centímetros.
- **IMC:** Cuantitativa, Continua.
 - ✓ Instrumento: Escala de índice de masa corporal, según la Organización mundial de la salud (OMS).
 - ✓ Dimensión: Kg/m^2 .

Capítulo VII

Propuesta de análisis estadístico del estudio

Este capítulo tiene como finalidad dar a conocer la propuesta estadística considerada en nuestro proyecto para aceptar o rechazar nuestras hipótesis una vez finalizada nuestra intervención a través del trabajo propuesto. Los resultados de analizaran a través de análisis descriptivo y análisis inferencial.

7.1 Hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

No existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional en comparación al tratamiento convencional por si solo para mejorar la propiocepción.

Hipótesis alternativa (H_1)

Existe diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional en comparación al tratamiento convencional por si solo para mejorar la propiocepción.

7.2. *Análisis descriptivo*

El análisis descriptivo se utilizara para medir, registrar, organizar y sintetizar los datos obteniendo conclusiones sobre su distribución y estructura. Para la representación gráfica y numérica de las variables en nuestro estudio se utilizarán tablas y gráficos, de esta forma se aclarará la distribución de frecuencia de cada variable y posteriormente se realizara el análisis inferencial.

Tabla 1: Clasificación de las variables

Variable	Clasificación	Estadígrafo
Propiocepción	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
Intensidad de dolor	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
Rango de Movimiento	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
Fuerza Muscular	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
Edad	Cualitativa , Dicotómica	Moda
Peso	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
Talla	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
IMC	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard
	Cuantitativa, Continua	Promedio-Desviación Standard

7.3. *Análisis inferencial*

Para establecer si hubo diferencias estadísticamente significativas en las variables de resultado antes y después de la aplicación de la terapia en estudio entre los grupos experimental y de control, se realizara la prueba t student, para el análisis de las variables cuantitativas continuas y con distribución normal, la cual permite comparar el promedio de las variables en estudio entre ambos grupos.

Capítulo VIII

Consideraciones éticas

Todo estudio en que participan seres humanos debe cumplir con ciertos aspectos éticos que consideren tanto sus derechos como su libertad y respeto.

8.1 Principios

Autonomía

Define el derecho de toda persona a decidir por sí misma en todas las materias que la afecten de una u otra manera, con conocimiento de causa y sin coacción de ningún tipo. Se respeta su capacidad de autodeterminación y se da protección a las personas con autonomía menoscabada o disminuida. En el caso de nuestra investigación se dará el poder de decisión a cada uno de los futuros participantes, sin influencias internas ni externas para la firma del consentimiento informado.

Beneficencia

Íntimamente relacionado con el principio de autonomía, determina también el deber de cada uno de buscar el bien de los otros, no de acuerdo a su propia manera de entenderlo, sino en función del bien que ese otro busca para sí, por lo que es nuestra obligación lograr el máximo de beneficios y reducir al mínimo el daño; esto es asegurar que los beneficios que conlleva el estudio sean superiores a los riesgos. En el caso de nuestro estudio estamos buscando el bien de los pacientes desde su perspectiva al informales de los beneficios y dejar que ellos

sean quienes deciden si quieren participar o no, determinando ellos si sienten que podrían mejorar a través de la intervención.

Justicia

Define el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones culturales, ideológicas, políticas, sociales o económicas.

Determina el deber correspondiente de respetar la diversidad en las materias mencionadas y de colaborar a una equitativa distribución de los beneficios y riesgos entre los miembros de la sociedad. A su vez los participantes asumen algún riesgo con la finalidad de beneficiar a la sociedad. En nuestro estudio se da la máxima igualdad posible, sin discriminar en ningún aspecto y con la balanza inclinada hacia los beneficios, ya que se busca sentar una base de tratamiento con evidencia y con un mínimo riesgo, en su aspecto físico y social.

No Maleficencia:

8.2 Riesgos y Beneficios

La técnica terapéutica que se estudia en esta investigación, no conlleva riesgos para la salud e integridad física de los participantes, aunque debido al mecanismo de acción puede generar molestias o alguna otra reacción de intensidad variable, la cual depende intrínsecamente de las características de cada persona, esto se evaluará previamente, antes de comenzar la intervención.

Ambos grupos, experimental y control, recibirán un tratamiento de base, por lo cual ningún paciente quedará sin una intervención para su patología.

Los pacientes serán atendidos por un equipo de profesionales del área de la salud debidamente instruidos respecto a la técnica en estudio.

La participación de las personas en este estudio es voluntaria, por lo que pudiera retirarse de este en cualquier momento si así lo estima conveniente, independiente de los motivos que tengan.

Los resultados obtenidos en este estudio irán en directo beneficio de los participantes y de la comunidad que sufre de inestabilidad funcional como secuela de esguince de tobillo grado I o II, además generará importantes aportes al conocimiento científico.

8.3. Autorización del comité de ética

El Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de la Frontera de la ciudad de Temuco, tras la lectura del proyecto de investigación, evalúa el mérito científico y principios éticos considerados, y determina la aprobación y autorización para la realización del mismo.

8.4. Control de los datos

Se asegura la privacidad y confidencialidad de los datos, permaneciendo la identidad de los participantes en el anonimato. Para esto se generará una base de datos a la cual solo tendrán acceso los investigadores y la información recopilada será codificada para su posterior análisis. Además no se publicará los nombres de los participantes.

8.5. Igualdad en la selección de los datos

Todos aquellos sujetos que cumplan con los criterios de elegibilidad, tendrán la misma posibilidad de participar del estudio. No se harán distinciones de raza, nivel socioeconómico, ideología política, religión, etc.

Al haber realizado una aleatorización previa para la asignación de tratamiento de los sujetos, todos los participantes tendrán la misma probabilidad de pertenecer al grupo control como al grupo experimental.

8.6. Consentimiento informado

Las personas que sean seleccionadas según criterios de elegibilidad para participar del estudio, firmarán una carta de consentimiento informado, en la cual aceptan formar parte de este. Esto se hará luego de haber sido debidamente instruidos por los investigadores en cuanto a en qué consiste el tratamiento y la finalidad del estudio. Además se dará respuesta a todas las interrogantes e inquietudes que tenga la persona, así una vez que haya comprendido y acepte los términos y condiciones estará apto para firmar el consentimiento informado y finalmente ingresar al estudio

La carta contiene toda la información pertinente respecto a la investigación, tales como: objetivo del estudio, procedimientos a realizar y lo que implica que haga el paciente, profesionales que estarán dentro de la investigación, además de señalar que la investigación ha sido previamente aprobada por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de la Frontera de la ciudad de Temuco (Anexo 1).

Capítulo IX

ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO DEL ESTUDIO

Este capítulo tiene como objetivo dar a conocer los aspectos administrativos del estudio tanto como el equipo de trabajo, los roles que cumplen cada uno de ellos, los materiales necesarios y los costos equivalentes a lo anteriormente mencionado. Y finalmente se detalla el programa de actividades del estudio.

9.1. Aspectos administrativos

El estudio será realizado en las instalaciones de las clínicas del Centro Kinésico de la Universidad de La Frontera ubicadas en calle Phillippi N° 581. El estudio estará coordinado por los 3 investigadores principales quienes estarán a cargo de velar por el cumplimiento de los objetivos propuestos para la investigación que se realizará.

9.2. Recursos humanos

- ***Equipo de trabajo***
 - 3 Investigadores principales
 - 2 Kinesiólogos Tratantes
 - 1 Kinesiólogo evaluador
 - 1 Estadístico
 - 2 Ayudantes
 - 1 Secretaria

- **Definición de roles**

En el estudio cada participante tendrá un rol activo y debidamente definido, los cuales se detallaran a continuación:

- **Investigadores principales**

- Serán los principales investigadores, coordinadores y encargados de organizar la completa realización del estudio.
- Elaborarán las pautas y darán las directrices que guiarán el estudio.
- Se encargarán de supervisar que se cumplan los tiempos y las metas previamente establecidas.
- Reclutarán el personal del área de la salud y de otras áreas que trabajarán en la investigación.
- Elaborarán y entregarán el manual de normas y procedimientos para el estudio al grupo de trabajo.
- Informarán las características metodológicas del proyecto a los co-investigadores.
- Programarán reuniones con el grupo de investigación para conocer el avance del estudio y las dificultades que podrían ir presentando.
- Serán los encargados de reclutar la muestra según los criterios de elegibilidad y aplicarán el consentimiento informado a cada sujeto que forme parte de la investigación.

- Verificarán que se cumplan cada uno de los principios éticos mencionados en la investigación.
- Participarán junto al estadístico en el análisis de los datos.
- Interpretarán los resultados y elaborarán las conclusiones de la investigación.
- Prepararán el informe final del estudio.
- Darán a conocer los resultados y conclusiones que se obtuvieron con el estudio.

➤ Kinesiólogo tratante

- Según el resultado de la aleatorización será el encargado de aplicar el protocolo de tratamiento de base tanto para el grupo control como para el grupo experimental.
- Durante la realización de las sesiones de tratamiento, dará instrucciones claras y precisas a los pacientes de cada uno de los grupos del estudio (control y experimental).
- Deberá capacitarse y actualizarse en la aplicación de la terapia.

➤ **Kinesiólogo evaluador**

- Será el encargado de aplicar el cuestionario de inestabilidad funcional de tobillo.
- Será el encargado de aplicar el kinesiotaping en la zona del muslo para corroborar o descartar reacciones adversas de la piel al material del vendaje neuromuscular.
- Realizará una evaluación kinésica completa al inicio de la primera sesión para corroborar la inestabilidad funcional unilateral de tobillo y para conocer el estado del tobillo no afecto, registrando estos datos.
- Realizará la evaluación basal de propiocepción del tobillo afectado.
- Realizará la evaluación goniométrica basal de la articulación del tobillo afectado.
- Realizará las evaluaciones basales de intensidad de dolor en el tobillo afectado aplicando la escala visual análoga (EVA).
- Realizará la evaluación basal de fuerza de la musculatura del tobillo afectado.
- Realizará evaluaciones iniciales, intermedias y finales de cada una de variables a medir para registrar los datos y observar los progresos si los hubieran.
- Aplicará el cuestionario de inestabilidad funcional de tobillo 6 meses después de terminada la intervención para tener los datos del seguimiento del paciente con respecto a su condición de inestabilidad y ha presentado nuevos esguinces.

➤ **Estadístico**

- Revisará la metodología del estudio para ver si cumple con todas las normas para su desarrollo.
- Realizará la asignación aleatoria de los respectivos tratamientos de cada uno de los pacientes que participaran en el estudio.
- Ingresará los resultados del estudio a la base de datos.
- Será el encargado de realizar el análisis estadístico descriptivo e inferencial.

➤ **Secretaria**

- Registrará la asistencia de los pacientes a las diferentes sesiones de evaluación tratamiento.
- Deberá citar a los pacientes a una hora y fecha específicos, y velar por la asistencia de estos a la terapia.

➤ **Ayudante**

- Registrará la medición de cada una de las evaluaciones realizadas por el kinesiólogo evaluador a los pacientes al inicio, en la mitad y al final del estudio.
- Cronometrará el tiempo de ejecución de las técnicas.
- Registrará el cumplimiento de las terapias a los pacientes.

9.3. *Materiales*

Para el proceso de ejecución de la investigación se requiere de los siguientes materiales:

- 70 Rollos de kinesiotape Ares.
- 2 Goniómetros Digitales
- 2 Dinamómetros Isométricos
- 4 Rollos de Theraband
- 2 Lápices demográficos.
- 2 Camillas
- 2 Cicloergómetros
- 2 Treadmill
- 2 Cuñas de 25° de inclinación.
- 2 Disco de freeman
- 2 Minitrampolín
- 2 Cojines de aire
- 2 Colchonetas
- 1 Escalera esquina
- 2 Sacos de arena
- 2 Cajones de madera de 1.5mt x 1 mt.
- 20 Pelotas de tenis
- 2 Step de aeróbica
- 2 Balones terapéuticos

- 1 Balanza con tallímetro (para medir el peso y la estatura del paciente)
- 2 Cronómetros (para controlar los tiempos)
- 1 Estufa eléctrica para mantener temperado el box donde se realizan las sesiones de tratamiento.
- Fichas personales de evaluación.
- Documentos de consentimiento informado.
- 1 Computador (para ingresar los datos de cada sesión y realizar tabulaciones)
- Impresora
- Carné de asistencia para cada paciente.
- Libro de registro de asistencia de los pacientes.
- Insumos de oficina (hojas y tinta para imprimir documentos necesarios para el desarrollo de la investigación).
- Teléfono celular para comunicación con los pacientes

9.4. Gastos de operación

Tabla 2. Gastos por conceptos operacionales.

Insumo	Valor unitario	Valor total
70 Rollos de kinesiotape Ares.	\$6.000	\$420.000
2 Goniómetros Digitales	\$ 20.000	\$40.000
2 Dinamómetros Isométricos	\$ 300.000	\$ 600.000
45 mt de Theraband	\$106.700	\$106.700
2 Lápices demográficos.	\$ 5.000	\$ 10.000
Mesa de cuádriceps	\$120.000	\$ 120.000
2 Guinchas de estabilización	\$ 6.000	\$ 12.000
2 Camillas	\$80.050	\$ 160.100
2 Cicloergómetros	\$ 300.000	\$ 600.000
2 Treadmill	\$ 410.000	\$ 820.000
2 Cuñas de 25° de inclinación.	\$ 30.000	\$ 60.000
2 Disco de freeman	\$ 30.000	\$ 60.000
2 Minitrampolín	\$ 31.500	\$ 63.000
2 Cojines de aire	\$ 35.000	\$ 35.000
2 Colchonetas	\$ 14.470	\$ 28.940
1 Escalera esquina	\$ 220.000	\$ 220.000
2 Sacos de arena	\$ 20.000	\$ 20.000

2 Cajones de madera de 1.5mt x 1 mt.	\$ 50.000	\$ 100.000
20 Pelotas de tenis	\$ 2.500 (por 3 unidades)	\$ 17.500
2 Step de aeróbica	\$ 20.000	\$ 40.000
2 Balones terapéuticos	\$ 5.900	\$ 11.800
1 Balanza con tallímetro	\$ 90.000	\$ 90.000
2 Cronómetros	\$ 6.990	\$13.980
1 Estufa eléctrica	\$ 25.000	\$25.000
Fichas personales de evaluación.	\$10.000	\$10.000
Documentos de consentimiento informado.	\$10.000	\$10.000
Computador	\$300.000	\$300.000
Impresora	\$ 12.000	\$12.000
Libro de registro de asistencia de los pacientes.	\$5.000	\$5.000
Insumos de oficina	\$ 10.000	\$ 10.000
Teléfono celular	\$20.000	\$20.000
2 Kinesiólogos Tratantes	\$ 6.000 (por hora)	\$ 1.730.000
1 Kinesiólogo evaluador	\$ 6.000 (por hora)	\$ 360.000
1 Estadístico	\$ 400.000	\$ 400.000
2 Ayudantes	\$ 3.000 (por hora)	\$ 865.000
1 Secretaria	\$300.000	\$300.000

Presupuesto total: \$ 4.687.220

9.5. Programa de actividades

Primera etapa → Preparación del estudio

- Aprobación de la investigación por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad de la Frontera de la ciudad de Temuco.
- Obtención de fondos para realizar el estudio.
- Definición y reclutamiento del equipo de trabajo participante del estudio.
- Realización de reuniones y seminarios con los profesionales, en las cuales se detallara la planificación del estudio y los roles detallado de cada participante.
- Actualización y nivelación de los kinesiólogos que aplicaran las terapias, al igual del profesional que realizara las mediciones a los pacientes.
- Adquisición de los materiales e implementos necesarios para la realización del estudio

Segunda etapa → Puesta en marcha y desarrollo del estudio.

- Reclutamiento de los pacientes que conforman la muestra.
- Entrega del consentimiento informado a los pacientes participantes del estudio.
- Medición de las variables basales y de control.
- Aleatorización del grupo de control y del grupo casos.
- Aplicación del protocolo de tratamiento para ambos grupos.
- Seguimiento.
- Medición de los resultados.

Tercera etapa → Resultados y conclusiones del estudio

- Ingreso de los resultados obtenidos a la base de datos.
- Realización de análisis estadístico descriptivo e inferencial de los datos obtenidos durante el desarrollo del estudio.
- Redacción del informe final del estudio con los resultados y conclusiones de este.
- Publicación y difusión de los resultados del estudio.

Bibliografía

1. Pérez J, et al. Guía clínica para la atención del paciente con esguince de tobillo. Rev Med IMSS 2004; 42 (5): 437-444
2. Sijmonsma J. Manual taping neuro muscular. 1º ed: Editorial Aneid Press; 2007.
3. Williams S, Whatman C, Hume P, Sheerin K. Kinesio Taping in Treatment and Prevention of Sports Injuries A Meta-Analysis of the Evidence for its Effectiveness. Sports Med 2012; 42 (2): 153-164.
4. Prentice W. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. 3ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2001.
5. Kisner C, Colby L. Ejercicio terapéutico fundamentos y técnicas. 1ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
6. Kerkhoffs G, et al. Diferentes estrategias de tratamiento funcional para lesiones agudas del ligamento lateral del tobillo en adultos. La Biblioteca Cochrane Plus. 2008; (2).
7. Guirao L, Pleguezuelos E, Perez M.A. Tratamiento funcional del esguince de tobillo. Rev Reh Madr 2004; 38:182-187.
8. Kerkhoffs G, et al.. Inmovilización y tratamiento funcional para lesiones agudas del ligamento lateral del tobillo en adultos. La Biblioteca Cochrane Plus.2008; (2).

9. Fortune J, Paulos J, Liendo C. Manual de Ortopedia y Traumatología. Chile. 1995
10. Ríos A, Villanueva M, Pérez J; Villegas F. Tratamiento conservador de las lesiones ligamentosas agudas del tobillo. Rev Ortp Traumatol. 2004; 48(3):45-52.
11. Walker B. Anatomía de las lesiones deportivas.1ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2009.
12. Barrois B, Ribinik P, Davenne B. Esguinces de tobillo. Encycl Méd Chir, 2002; 10: 1-8.
13. Ferrer Santacreu E.M., Rodríguez-Merchán E.C. Inestabilidades crónicas de tobillo. Patología del Aparato Locomotor.2006; 4 (4): 261-270.
14. Castellano Del Castilo M.A. et al. Rehabilitación propioceptiva de la inestabilidad de tobillo. Archivos de medicina del deporte. 2009; 26(132): 297-305.
15. Martín Urrialde J.A., Patiño Núñez S., Bar del Olmo A. Inestabilidad crónica de tobillo e deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. Rev Iberoam Fisioter Kinesol; 2006; 9 (2):57-67.
16. Chaitow L, Walker J. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares II. Parte inferior del cuerpo. 1ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006.
17. Shigeki Yokoyama, Nobuo Matsusaka, Kazuyoshi Gamada, Makoto Ozaki and Hiroyuki Shindo. Position-Specific Deficit of Joint Position Sense in Ankles with Chronic Functional Instability. Journal of Sports Science and Medicine. 2008; 7: 480 - 485.

18. Fernández J M, et al. Vendaje neuromuscular: ¿tienen todas las vendas las mismas propiedades mecánicas?. *Apunts Med Esport* 2010; 10: 1-7.
19. Kase K, Wallis J, Kase T. Clinical therapeutic applications of the kinesio taping method. 2º Edición .Tokio, Japon: Editorial Ken Ikai; 2003.
20. Leon Chaitow, Judith Walker DeLany. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares I. Parte superior del cuerpo. 1ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2006.
21. Adel K. Afifi, Ronald A Bergman. Neuroanatomía funcional.2ª ed. España: McGraw- Hill interamericana;2006.
22. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine & Science In Sports & Exercise®*; 2001.
23. Edward Rabah. Herramientas de evaluación del dolor.
24. Palmer L, Epler M. Fundamentos de las técnicas de evaluación musculoesquelética.1º Edición. . Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
25. De Camargo M.R., et al. Dynamometry of ankle flexor dorsal muscular group: Method adaptation. *Revista Electrónica de Fisioterapia da FCT/UNESP*.2009;1(1).
26. Tricia J. Hubbard, Thomas W. Kaminskit. Kinesthesia Is Not Affected by Functional Ankle Instability Status. *Journal of Athletic Training* .2002; 37(4):481–486.
27. Achs. Protocolo kinésico de esguince de tobillo. Temuco, Chile; octubre del 2006.

28. Victoria M. Clark, Adrian M. Burden. A 4-week wobble board exercise programme improved muscle onset latency and perceived stability in individuals with a functionally unstable ankle. *Physical Therapy in Sport*. 2005;6: 181–187.
29. Carl G. Mattacola, Maureen K. Dwyer. Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. *Journal of Athletic Training* .2002;37(4):413–429.
30. Travis Halsey, et al. The effects of kinesio taping on proprioception at the ankle. *Sports Science and Medicine* .2004; 3:1-7
31. . Fuller EA. Center of Pressure and its theoretical relationship to foot pathology. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1999;89:278-291.
32. Morrison K, Kaminski Th. Foot Characteristics in Association with inversion ankle injury. *Journal of Athletic Training*. 2007;42(1):135-142.
33. Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, et al. *Clin Orthop* 2002;401:162-169.
34. Hicks JH. The mechanics of the foot, I: the joints. *J Anat*. 1953;87:345-357.
35. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med*. 2007;37:73-94.
36. Braun BL. Effects of ankle sprains in a general clinical population 6 to 18 months after medical evaluation. *Arch Fam Med*. 1999;8:143-148.
37. Hosea TM. Carey CC. Harrer MF. The Gender Issue: epidemiology of ankle injuries in athletes who participate in basketball. *Clin Orthop*. 2000;372:45-49.
38. Freeman MAR. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br*. 1965; 47: 669-677.

39. Elis E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 2001;33: 1991-1998.
40. Hughes T, Rochester P. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature.
41. Breitenbach A. Kinesiotaping – a new revolutionary technique. *Physical Therapy*. 2004;1: 16-20.
42. Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32:10-15.
43. Solano R. Serón P. Diseños de investigación clínica. Chile; 2003. [Accesado 20 Junio 2012]. Disponible en:
<http://www.med.ufro.cl/Recursos/GISIII/linkedddocuments/dise%F1os%20cuantitativos.pdf>

Anexo N° 1

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio de investigación

Efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular asociado a una terapia base en comparación a una terapia base por si sola en la mejoría de la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de fútbol, voleibol y basquetbol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera durante el año 2013.

Investigadores

Cristian Antimil Toro, estudiante 5° año de la carrera de Kinesiología, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

Gonzalo Henríquez Ruedlinger, estudiante 4° año de la carrera de Kinesiología, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

Manuel Ñancuvil Manríquez, estudiante 4° año de la carrera de Kinesiología, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

Objetivos

Determinar la efectividad de la aplicación de vendaje neuromuscular como técnica complementaria al tratamiento convencional para mejorar la propiocepción en deportistas de las selecciones universitarias de futbol, basquetbol y voleibol de la ciudad de Temuco que sufran de inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 o 2 atendidos en el centro de atención kinésica de la Universidad de la Frontera.

Procedimientos

Si acepto participar estaré consciente de lo siguiente:

- Responderé preguntas sobre mis antecedentes personales
- Seré evaluado mediante palpación y mediciones por un kinesiólogo, y de ser necesario quedare en ropa interior para esto.
- Seré designado a uno de los grupo del estudio de manera aleatoria, sin la posibilidad de cambiarme antes, durante ni al finalizar el estudio, del grupo al cual fue asignado por el azar. Los grupos del estudio serán 2, ambos grupos lo que busca es la mejoría en la propiocepción. El primer grupo será tratado con un protocolo de base de rehabilitación post esguince de tobillo grado I-II asociado a vendaje neuromuscular. El segundo grupo será solo con un protocolo de base de rehabilitación post esguince de tobillo grado I-II.
- Me comprometo a asistir a todas las sesiones, las cuales se realizaran 3 veces por semana (lunes, miércoles, viernes), durante una duración media de 60 min. por sesión. El horario exacto de los días y horas, serán establecidas desde la primera sesión
- Si llego a faltar a alguna debo recuperarla ya que se me reasignara un nuevo día de tratamiento de los días mencionados anteriormente. Si los investigadores consideran que he faltado a reiteradas sesiones sin tratamiento puedo ser retirado del estudio, sin posibilidad de reingresar a este.
- Seleccionare en la escala visual análoga el número que represente con mayor exactitud mi estado actual de intensidad de dolor.
- Participaré del seguimiento a realizar 6 meses después de la intervención.

Beneficios

Los datos que se obtengan tanto de mi como de los demás participantes del estudio mediante la medición de la propiocepción, aplicación de la escala visual análoga y medición de movilidad pasiva y fuerza muscular del tobillo, reflejaran si la aplicación del vendaje neuromuscular en estudio proporciona una mejoría en la propiocepción.

Riesgos

Mi participación en este estudio no constituye un riesgo para mi salud, ya que no es una técnica invasiva, aunque puede generar molestias de variable intensidad, las cuales serán evaluadas previamente al inicio del estudio.

Reembolsos

No recibiré ningún tipo de remuneración por mi participación en este estudio.

Confidencialidad

Mis antecedentes personales, médicos y mis respuestas sobre la escala visual análoga se discutirán exclusivamente conmigo. Toda la información obtenida en este estudio será de carácter confidencial y se usará solo para los efectos de la investigación. Los resultados serán publicados, pero mi identidad será mantenida en forma confidencial.

Preguntas

Si tengo dudas posteriores a la explicación que se me ha brindado referente al estudio, puedo ponerme en contacto con los investigadores principales de este estudio, Sr. Cristian Antimil Toro en el teléfono (09) 88856637, Sr. Gonzalo Henríquez Ruedlinger en el teléfono (09) 89349934 o Sr. Manuel Ñancuvil Manríquez en el teléfono (09) 89322550

Derecho a rehusar o abandonar

Mi participación en el estudio es absolutamente voluntaria y soy libre de rehusar a tomar parte o abandonarla en el transcurso de este sin afectar en ningún caso mi atención médico kinésica en el futuro.

Consentimiento

Acepto participar en este estudio. He recibido una copia de este impreso y he tenido la oportunidad de leerlo, comprenderlo y aclarar dudas.

FIRMA DEL PARTICIPANTE _____

FIRMA DEL INVESTIGADOR 1 _____

FIRMA DEL INVESTIGADOR 2 _____

FIRMA DEL INVESTIGADOR 3 _____

FECHA _____

Anexo n° 2

Aplicación del vendaje neuromuscular (kinesiotaping)

Los pacientes que sean incluidos en la muestra del estudio (con inestabilidad funcional de tobillo como secuela de esguince lateral de tobillo grado 1 y 2) y participen en el grupo de intervención serán encintados con vendaje neuromuscular o kinesiotaping de acuerdo al manual de kinesiotaping de Kenso Kase (Kase et al., 1996). Los procedimientos de taping serán aplicados por uno de los investigadores principales el cual es experto en aplicación de vendaje neuromuscular para evitar diferencias y el correspondiente sesgo de aplicación de la técnica, para así finalmente garantizar la coherencia en todo el estudio.

Para realizar la aplicación del taping se deben seguir los siguientes pasos³⁰:

1. El sujeto debe estar sentado en una camilla clínica (de uso habitual).
2. El pie afectado de cada sujeto debe ser colocado en una posición relajada, con el tobillo en una leve flexión plantar en lose pack de tobillo el cual corresponde a 10° de flexión plantar; a medio camino entre la inversión y la eversión de tobillo²⁴.
3. La primera tira de tape se debe colocar desde la parte anterior del mediopíe, se estira aproximadamente a 115-120% de su longitud máxima y debe contactar justo por debajo de la tuberosidad tibial anterior sobre el músculo tibial anterior.

4. La segunda tira comienza justo por encima del maléolo medial, envolviendo alrededor de todo el talón como un estribo, ajustándose justo lateral a la primera tira de kinesiotape.
5. La tercera franja se extiende por la zona anterior del tobillo, abarcando tanto el maléolo lateral como el maléolo medial.
6. Por último, la cuarta tira se origina en el arco plantar del pie y se estirará ligeramente, midiendo 4-6 pulgadas por encima de los dos maléolos; medial y lateral (Figura 24).

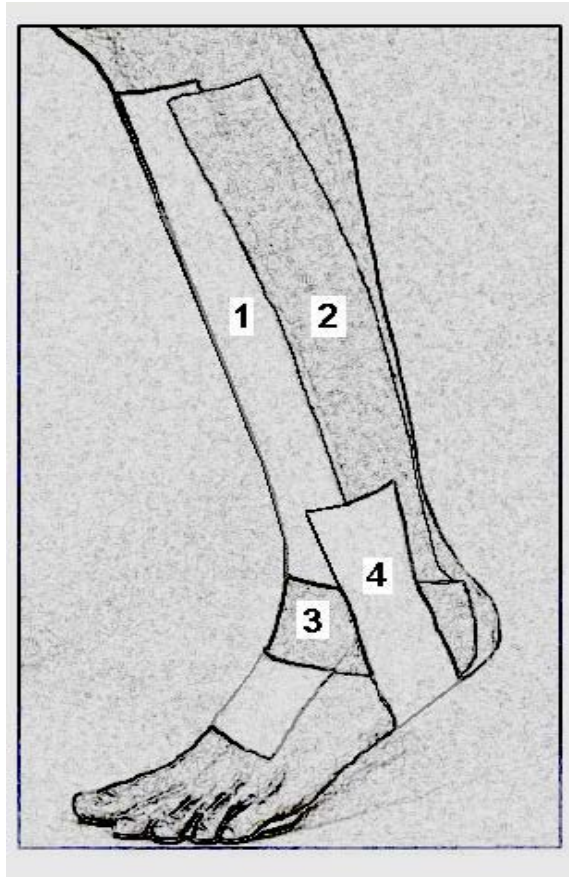


Figura 25: Secuencia de aplicación de tiras de vendaje neuromuscular en el tobillo. Los números indican el orden de aplicación²⁹.

Anexo n° 3

Criterios para inestabilidad funcional del tobillo

Tabla 3: Cuestionario de inestabilidad funcional.

En cuanto a su supuesta inestabilidad del tobillo, ¿esta lesión involucra sólo un tobillo? En caso afirmativo, ¿el episodio inicial involucra a su tobillo “yendo hacia adentro”? Si no, no sigan para llenar este cuestionario	
¿Que tobillo sufre la inestabilidad?	
¿La lesión inicial en el tobillo requirió muletas, inmovilización, o ambos, de cualquier forma (yeso, brace, etc)?	
¿Ha tenido fracturas (roturas) en cualquiera de los tobillos?	
¿Es el tobillo lesionado/ inestable funcionalmente más débil, más doloroso, más suelto, y menos funcional que el tobillo no involucrado?	
¿Alguna vez ha tenido episodios de su tobillo, “que se valla hacia dentro” durante la actividad diaria (deportiva o no)?	
¿Le atribuye su actual inestabilidad a lesiones anteriores en el tobillo afectado?	
¿Ha tenido un episodio de lesión (" tobillo herido", "usted ha estado con gran dolor") en el tobillo afectado en los últimos 3 meses?	
¿Usted ha estado caminando sin ayuda, sin cojear, por lo menos durante los últimos 3 meses?	
¿Está usted actualmente involucrado en un programa formal de rehabilitación"" para el tobillo afectado? Si su respuesta es sí, por favor describa aquí.	
¿Puede describir un síntoma (s) de su tobillo “dando un paso”?	

Anexo nº 4
Carta Gantt

Tabla 4: Carta Gantt.

Actividades	MESES																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Aprobación por comité de ética	X																
Obtención de fondos		X	X														
Reclutamiento del equipo de trabajo			X	X													
Reuniones para planificar el estudio y definir los roles				X													
Nivelación de evaluadores, terapeutas y ayudantes				X	X												
Adquisición de materiales e implementos para la investigación				X	X												
Reclutamiento de los pacientes que conforman la muestra					X												
Entrega del consentimiento informado					X												

Medición de las variables basales y de control						X											
Aleatorización						X											
Aplicación del protocolo de tratamiento							X	X									
Medición de los resultados							X	X	X								
Ingreso de los resultados obtenidos										X	X	X	X	X			
Análisis estadístico										X	X	X	X	X	X		
Redacción de informe final con los resultados y conclusiones																X	
Publicación y Difusión de resultados																	X