

Propuesta de Ayuda Técnica para Contribuir a la
REHABILITACIÓN FUNCIONAL
de la Capacidad Física del Movimiento Articular
para Personas con Deficiencia de Origen
MUSCULOESQUELÉTICO
en las Funciones Motoras de Tobillo.



Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Diseño Industrial



UNIVERSIDAD
DEL VALLE

Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Diseño Industrial

Proyecto de Grado:

Propuesta de Ayuda Técnica para Contribuir a la
REHABILITACIÓN FUNCIONAL
de la Capacidad Física del Movimiento Articular
para Personas con Deficiencia de Origen
MUSCULOESQUELÉTICO
en las Funciones Motoras de Tobillo.

PRESENTADO POR:
JULIÁN ALBERTO AGUIRRE RIVERA

DIRIGIDO POR:
JAVIER MAURICIO REYES
Diseñador Industrial.

Santiago de Cali
2015

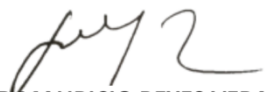
**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DE DISEÑO INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

El Estudiante JULIÁN ALBERTO AGUIRRE RIVERA identificado con Cédula de ciudadanía número 10298021 de Popayán y código 200810141, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado *“Propuesta de ayuda técnica para contribuir a la rehabilitación funcional de la capacidad física del movimiento articular para personas con deficiencia de origen musculoesquelético en las funciones motoras de tobillo”*, el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: Cristian David Chamorro Rodríguez
Jurado Asesor: María Nora Hurtado
Jurado Experto:

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 3 de marzo de 2015, según Acta 2-2015 del Comité del Programa.



JAVIER MAURICIO REYES VERA
Director del Proyecto



PABLO ANDRÉS JARAMILLO ROMERO
Vo. Bo. Director del Programa Académico



ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño



CONTENIDO

Introducción.	1
Pregunta de investigación.	1
1. Objetivos.	2
1.1. Objetivo General.	2
1.2. Objetivos Específicos.	2
2. Planteamiento del Problema.	3
2.1. Definición del problema.	3
2.2. Descripción de la Limitación Funcional por Esguince de Tobillo Grado I y II.	4
2.3. Capacidad Funcional del Usuario con Esguince Grado I y II.	4
2.4. Esquema Conceptual.	5
3. Justificación.	6
4. Marco Conceptual.	7
4.1. Discapacidad.	7
4.1.1. Comprender la Discapacidad.	7
4.1.2. Modelo Medico de la Discapacidad.	9
4.1.3. Modelo Social de la Discapacidad.	10
4.1.4. Integración de los Modelos de la Discapacidad.	10
4.1.5. Otros Tipos de Discapacidad.	12
4.1.6. Discapacidad y Deficiencia.	13
4.2. Rehabilitación.	13
4.2.1. Enfoque Desde la Perspectiva Médica.	14
4.2.1.1. Lesiones de ligamentos.	21
4.2.1.2. Mecanismo Lesional y Biomecánica.	23
4.2.1.3. Tratamiento para Esguince de Tobillo Grado II y III por Fases.	25
4.2.1.4. Progresión del Tratamiento de la Rehabilitación.	27
4.2.1.5. Inestabilidad.	28
4.2.1.6. Inestabilidad Crónica del Tobillo.	29
4.2.2. Enfoque de Ayudas Técnicas.	29
4.2.2.1. Unidades de Movimiento Pasivo.	30
4.2.2.2. Ayudas Técnicas Basadas en Movimientos Activos para la Rehabilitación de Tobillo.	36
4.2.2.3. Aplicaciones para Dispositivos Móviles.	39



CONTENIDO

5. Metodología.	42
6. Desarrollo del Proyecto.	43
6.1. Trabajo de Campo.	43
6.1.1. Entrevistas.	45
6.1.2. Ayudas Técnicas Contextuales Utilizadas en el Proceso de Rehabilitación.	46
6.1.3. Esquema de Intervención en Rehabilitación por Esguince de Tobillo.	49
6.1.4. Análisis y Resultados en el Trabajo de Campo.	56
6.2. Determinantes y Requerimiento.	58
6.3. Propuesta Conceptual.	60
6.4. Desarrollo de la Propuesta.	61
6.5. Descripción de la Propuesta.	62
6.6. Componentes del Sistema.	64
7. Conclusiones.	78
8. Anexos.	80
9. Bibliografía.	89



Lista de tablas

Tabla 1. Población con limitaciones y enfermedades musculo esqueléticas en el mundo.	Pág 16
Tabla 2. Intervenciones para la prevención y el manejo de los trastornos musculoesqueléticos.	Pág 17
Tabla 3. Poblaciones en las que las estrategias de salud pueden apuntar.	Pág 19
Tabla 4. Clasificación West Point.	Pág 24



Lista de figuras

Figura 1. Complejo ligamentoso externo del tobillo y componentes óseos.	pág. 23
Figura 2. Grados de esguince.	pág. 24
Figura 3. Rutgers Ankle.	pág. 31
Figura 4. Kinetic 5190 Ankle.	pág. 32
Figura 5. Artromot Ankle (CMP).	pág. 32
Figura 6. Optiflex Knee.	pág. 32
Figura 7. Robot paralelo para la rehabilitación de tobillo.	pág. 33
Figura 8. The prototype of the DAFO that is Assembled by Using all the Parts.	pág. 33
Figura 9. Máquina de Rehabilitación de tobillo.	pág. 34
Figura 10. Bio inspired Active Soft Orthotic Device.	pág. 35
Figura 11. Ejercitadores de tobillo.	pág. 36
Figura 12. Pielaster.	pág. 37
Figura 13. Mesa de manos y pies.	pág. 37
Figura 14. Wobble de TheraBandy y Rocker.	pág.38
Figura 15. DynaDisc.	pág. 38
Figura 16. Captura de pantalla aplicación Raapp.	pág. 39
Figura 17. Captura de pantalla aplicación Sport Injury Clinic.	pág. 40
Figura 18. Captura de pantalla aplicación Teste Ortopedia.	pág. 40
Figura 19. Captura de pantalla aplicación Ankle Physical Therapy Rehabilitation.	pág.41
Figura 20. Gel fría fexilPac®.	pág. 46
Figura 21. Superficies con texturas.	pág. 47
Figura 22. Balancín casero y Bosu.	pág. 47
Figura 23. Molino de agua y bandas TheraBand®.	pág. 48
Figura 24. Desarrollo de bocetos.	pág. 61
Figura 25. Logo del producto.	pág. 62
Figura 26. Vista general del RT-PROG.	pág. 63
Figura 27. Componentes.	pág. 64
Figura 28. Pieza bi-funcional A.	pág. 65
Figura 29. Pieza bi-funcional B.	pág. 66
Figura 30. Sujeción principal.	pág. 66
Figura 31. Base de soporte para pie.	pág. 67
Figura 32. Plantilla.	pág. 68
Figura 33. Bandas.	pág. 68
Figura 34. Gancho.	pág. 68
Figura 35. Accesorio banda.	pág. 68
Figura 36. Laser.	pág. 69
Figura 37. Patrones de movimiento articular de tobillo y punto de referencia.	pág. 69
Figura 38. Plataforma.	pág. 70



Lista de Anexos

Anexo A: Protocolo para la rehabilitación del tratamiento funcional de esguinces de tobillo grado I y II. (L. Guirao Cano, 2004) .	Pág 80
Anexo B: Propuesta de un programa de rehabilitación propioceptiva dividido en dos periodos y varias fases.....	Pág 81
Anexo C: Entrevistas trabajo de Campo.	Pág 83
Anexo D: Video de Funcionamiento. (en CD)	



Glosario

Las *Funciones corporales*: son las funciones fisiológicas de los sistemas corporales (incluyendo las funciones psicológicas). (Organizacion Mundial de la Salud, 2001)

***Estructuras corporales*:** son las partes anatómicas del cuerpo, tales como los órganos, las extremidades y sus componentes. Las funciones y estructuras corporales se clasifican en dos secciones diferentes. Estas dos clasificaciones están diseñadas para usarse paralelamente. Por ejemplo, las funciones corporales incluyen los sentidos básicos humanos, como es el caso de las “funciones visuales” y de las estructuras relacionadas con ellas que aparecen como “ojo y estructuras relacionadas”. (Organizacion Mundial de la Salud, 2001)

***Deficiencias*:** son problemas en las funciones o estructuras corporales tales como una desviación significativa o una pérdida. Las deficiencias de la estructura pueden incluir anomalías, defectos, pérdidas o cualquier otra desviación en las estructuras corporales. Las deficiencias representan una

desviación de la “norma” generalmente aceptada en relación al estado biomédico del cuerpo y sus funciones. Las deficiencias pueden ser temporales o permanentes; progresivas, regresivas o estáticas; intermitentes o continuas. La desviación de la norma puede ser leve o grave y puede fluctuar en el tiempo. Cuando existe una deficiencia, también existe una disfunción en las funciones o estructuras del cuerpo, pero esto puede estar relacionado con cualquiera de las diferentes enfermedades, trastornos o estados físicos. Las deficiencias pueden derivar en otras deficiencias, por ejemplo; la disminución de fuerza muscular puede causar una deficiencia en las funciones de movimiento, las deficiencias se clasifican en categorías apropiadas usando criterios de identificación bien definidos (ej. presente o ausente según un umbral determinado). Estos criterios son los mismos para las funciones y estructuras corporales: (a) pérdida o ausencia; (b) reducción; (c) aumento o exceso; y (d) desviación. Una vez que la deficiencia está presente, puede ser graduada en términos de severidad utilizando el calificador genérico de la CIF.

Actividad: es la realización de una tarea o acción por parte de un individuo. Participación es el acto de involucrarse en una situación vital. (Organización Mundial de la Salud, 2001)

Limitaciones en la Actividad: son dificultades que un individuo puede tener en el desempeño/realización de actividades. (Organización Mundial de la Salud, 2001)

Restricciones en la Participación: son problemas que un individuo puede experimentar al involucrarse en situaciones vitales. (Organización Mundial de la Salud, 2001)

Factores Ambientales: constituyen el ambiente físico, social y actitudinal en el que las personas viven y conducen sus vidas (Organización Mundial de la Salud, 2001)

La funcionalidad se define como la capacidad de una persona para llevar a cabo las actividades que responden a sus necesidades diarias básicas, instrumentales y funcionales, cuya pérdida genera el peligro de caer en la discapacidad y la dependencia (Naciones Unidas, 2012).

Ayuda técnica: cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico utilizado por una persona con limitación, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia, incapacidad o impedimento, (Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC INTERNACIONAL, 1994)



Resumen

El actual trabajo presenta las formas en que se ha abordado la rehabilitación de la articulación de tobillo con el objetivo de generar una propuesta que contribuya a la rehabilitación funcional de la capacidad física del movimiento articular para personas con deficiencia de origen periférico y/o musculoesqueléticas en las funciones motoras del tobillo. En el proceso de investigación inicialmente se relaciona el concepto de discapacidad el cual es estrechamente relacionado con el concepto de rehabilitación, los cuales circunscriben la deficiencia funcional de la persona; seguido se exponen dos enfoques que han abordado esta rehabilitación, uno desde de la esfera médica y otro desde las ayudas técnicas, las fuentes consultadas en bases de datos científicas BWS - Cochrane, OVID Medline, PubMed, SCIELO, EBSCO muestran que la condición por esguince es una de las lesiones con mayor incidencia en la afección de la articulación y una de las lesiones más frecuentes en deportistas, con el posible agravante de producir una inestabilidad crónica en la articulación de tobillo, este es uno de los factores que constituyen la intervención desde la ayuda técnica para contribuir a la rehabilitación funcional de esta articulación en la segunda fase el tratamiento. Por último se presentan la propuesta de ayuda técnica como alternativa para la contribución al tratamiento funcional del rehabilitación de tobillo que involucra trabajos de movilidad articular progresiva y trabajos iniciales propioceptivos

Palabras claves: Rehabilitación Funcional de Tobillo, Ayuda Técnica, Esguince de Tobillo, Movimiento Articular de Tobillo

Introducción



El actual trabajo presenta las formas en que se ha abordado la rehabilitación de la articulación de tobillo con el objetivo de generar una propuesta de ayuda técnica que contribuya a la rehabilitación funcional de la capacidad física del movimiento articular para personas con deficiencia de origen periférico y/o musculoesqueléticas en las funciones motoras del tobillo.

Pregunta Metodológica de Investigación



DESDE LA PERSPECTIVA DISCIPLINAR
DEL DISEÑO INDUSTRIAL
DE QUÉ MANERA ES POSIBLE
C O N T R I B U I R
A LA REHABILITACIÓN FUNCIONAL
DE LA ARTICULACIÓN DE TOBILLO
EN PERSONAS CON DEFICIENCIA
EN FUNCIONES MOTORAS



1. Objetivos.



1.1. Objetivo General:

Generar una propuesta de ayuda técnica que contribuya a la rehabilitación funcional de la capacidad física del movimiento articular para personas con deficiencia de origen periférico y/o musculoesqueléticos en las funciones motoras del tobillo.

1.2. Objetivos específicos

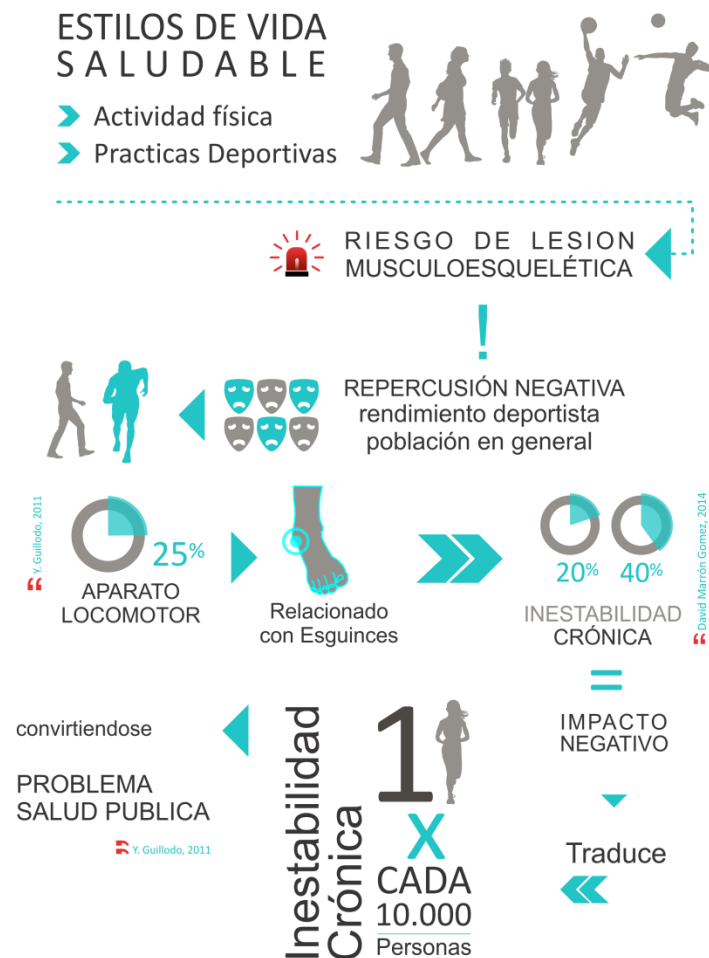
1. identificar la fase del proceso de rehabilitación de tobillo por lesión osteomuscular en función de enfocar acciones de intervención que contribuyan a la recuperación funcional.
2. Identificar las características funcionales relacionadas con el del movimiento articular de tobillo que permitan la funcionalidad en el proceso de rehabilitación.
3. Desarrollar un alternativa que contribuya a la realización de movimientos activo articulares en el proceso de rehabilitación del tratamiento funcional.

GENERAR
PROPUESTA
DE AYUDA
« TÉCNICA »



QUE CONTRIBUYA A LA
REHABILITACIÓN
DE LA CAPACIDAD
FÍSICA DEL MOVIMIENTO
« ARTICULAR DE TOBILLO »

2. Planteamiento del Problema.



2.1. Definición del Problema

En los estilos de vida saludable que involucran actividad física y la práctica del deporte se incrementan los riesgos que las personas experimenten lesiones musculoesqueléticas principalmente de ligamentos las cuales comprometen de manera negativa el rendimiento del deportista y de la población en general, esto significa una afectación negativa en la participación de la práctica tanto deportiva como habitual y con el riesgo de generar una situación de deficiencia permanente al no realizar una rehabilitación adecuada, la cual induce a una situación crónica de inestabilidad en la articulación. En el caso de tobillo estas representan un veinticinco por ciento del aparato locomotor que se relacionan con esguinces, estos son un antecedente que generan que entre el veinte y cuarenta por ciento de las personas presenten inestabilidad crónica, lo cual induce a que se produzca nuevamente una lesión con mayor frecuencia y muy posible más aguda; esto se traduce en un impacto negativo en la salud física de las personas que no realizan una rehabilitación adecuada.



2.2. Descripción de la Limitación Funcional por Esguince de Tobillo Grado I y II.

La lesión por esguince de tobillo repercute en las estructuras neuromusculoesqueléticas de la articulación la cual puede afectar los ligamentos de manera leve o moderada provocando una afección a nivel de receptores nerviosos que se encuentran en los tejidos blandos que altera el sistema propioceptivo, la lesión genera una respuesta de dolor e inflamación en la zona de la articulación por la acumulación de líquidos adyacentes a los ligamentos limitando el apoyo del pie también se presenta reducción en los rangos de movimiento que incide directamente en la movilidad alterando la marcha funcional en la persona, al reducir la movilidad de la articulación se produce una pérdida de la fuerza en los músculos que relacionan los movimientos de dorsiflexión y plantiflexión los cuales son los que prevalecen en la funcionalidad de la articulación.

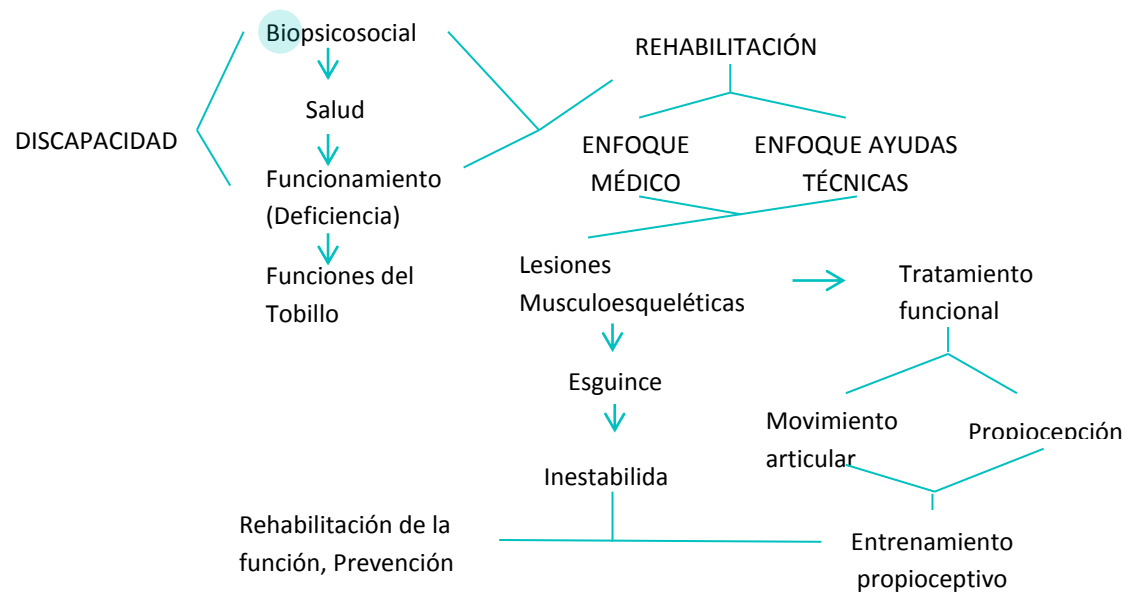
2.3. Capacidad Funcional del Usuario con Esguince Grado I y II.

La capacidad funcional de las personas con esguince de tobillo grado I y II está relacionada con la limitación de la movilidad articular, esto implica no poder realizar todos los movimientos de la articulación (dorsiflexión, plantiflexión, inversión, evasión, aducción, abducción) lo cual genera la reducción en la movilidad de las personas para desplazarse o realizar las actividades habituales como en el caso de deportistas limitar la participación y realizar los gestos técnicos de la práctica deportiva.



2.4. Esquema Conceptual

El presente diagrama representa el esquema conceptual relacionado con la rehabilitación articular de tobillo del presente trabajo.



Fuente: Autor

3. JUSTIFICACIÓN.



La rehabilitación funcional corresponde a ser la mejor estrategia (L. Guirao Cano, 2004) para la rehabilitación de trastornos musculoesqueléticos, en ese sentido se presenta como el mejor tratamiento para la rehabilitación de la articulación de tobillo, sin embargo uno antecedente por los cuales se presenta inestabilidad crónica en la articulación, según la revisión bibliográfica científica consultada en este trabajo, se da por lesiones de ligamentos (esguinces grados I, II, III),¹ estas además corresponden a ser la lesión más común y frecuente de la articulación tanto de la población general como de deportistas, tiene una incidencia diaria de una por cada diez mil personas convirtiéndose en un problema de salud pública (Y. Guillodo, 2011). Se ha identificado que la inestabilidad crónica se presenta entre un porcentaje del veinte y el cuarenta ² por lesiones de esguince. Esto permite dar lugar que a se refuerce el trabajo en rehabilitación y en ese sentido se convierte en oportunidad para que desde disciplinas como el diseño industrial propongan alternativas de intervención que contribuyan a la rehabilitación articular. De esta manera se contribuye a reanudar a la participación de la práctica deportiva, el rendimiento físico, la salud del deportista; de igual manera para las actividades habituales de la población general, la respuesta es la suma de esfuerzos para rehabilitar la capacidad funcional del tobillo trabajando sobre la prevención de la inestabilidad articular.

¹ Clasificación West Point.

² David Marrón Gómez. The effect of two mobilization techniques on dorsiflexion in people with chronic ankle instability, Physical Therapy in Sport. 14 feb 2014



★ DISCAPACIDAD ★

La discapacidad se define como “parte de la condición humana. Casi todas las personas tendrán una discapacidad TEMPORAL O PERMANENTE en algún momento de su

• VIDA, •

y los que sobrevivan y lleguen a la vejez experimentaran cada vez más dificultades de funcionamiento”

4.1. Discapacidad.

El concepto de discapacidad es imperante en las formas de abordar y estructurar un marco conceptual que relaciona los estados que la salud del individuo y los procesos de rehabilitación. En este sentido se presenta una forma para comprender el concepto en donde se relacionan las aproximaciones y descripciones de diferentes autores y organizaciones internacionales, los cuáles han inducido los enfoques para ser abordados y en ese sentido han producido su transformación; para efectos de este proyecto el enfoque está relacionado con la perspectiva individual que involucra la deficiencia y que encamina una perspectiva de intervención desde la rehabilitación.

4.1.1. Comprender la Discapacidad.

La discapacidad se define como “*parte de la condición humana. Casi todas las personas tendrán una discapacidad temporal o permanente en algún momento de su vida, y los que sobrevivan y lleguen a la vejez experimentaran cada vez más dificultades de funcionamiento*” (Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial, 2011). La discapacidad se presenta en personas porque están expuestas a diversos factores ambientales, sociales, culturales y circunstancias individuales que de alguna manera representan un riesgo que puede afectarlas. Las principales características de riesgo asociado a la manifestación de la discapacidad son: *Características de salud* relacionadas con enfermedad, lesiones, accidentes de trabajo y accidentalidad; *Características sociales* que involucran a la violencia y terrorismo (Banco Mundial, 2000). En otro modo el concepto de discapacidad no sólo está involucrado en una esfera clínica donde se describe la deficiencia en la funcionalidad o una condición de salud, también ha sido descrito en relación con las situaciones que la persona con discapacidad interactúa en el ambiente, entendiendo ambiente como concepto global en el que se incluyen las condiciones físicas y los componentes sociales.



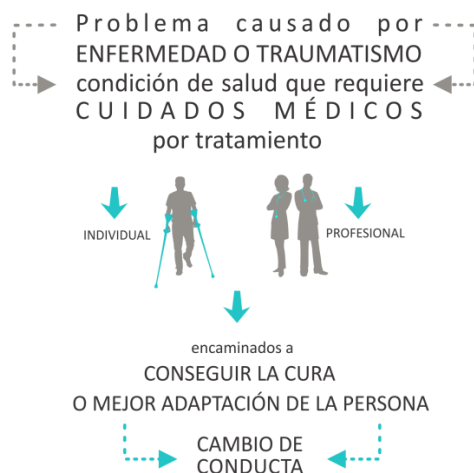
Por consiguiente, la discapacidad debe comprenderse de forma transversal, pasando por todos los aspectos tanto del individuo como por los aspectos externos que lo involucran; desde ésta visión la discapacidad ha sido un concepto de profundas transformaciones que ha permitido la construcción de pilares en los que las personas con discapacidad han encontrado bases de igualdad, oportunidad, diversidad, calidad de vida; entre otras en función de la integración social.

En correspondencia con lo anterior el concepto de discapacidad se ha transformado de una *“perspectiva biomédica que considera la discapacidad como un problema del individuo causado principalmente por un problema de salud o enfermedad, el cual es superado por medio de la atención y el apoyo de los avances tecnológicos; a una visión más amplia y de carácter social (buscando una integración social del individuo) que involucra el entorno, la sociedad y la cultura enfocado en los problemas de la integración social de las personas con discapacidad. Este concepto no es solo un problema del individuo o de la familia, sino que está definida por un sinnúmero de condiciones ambientales, económicas y culturales”* (Hurtado A. Y., 2008). Es así, que desde la adopción en 2006 de la Convención Internacional Sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, esta problemática se ha ido incorporando con rigor a la agenda social y política de todos los países del mundo y otros contextos con el objetivo de mejorar las políticas de salud e inclusión social simultáneamente reconociendo los derechos y deberes de las personas con discapacidad (Gómez, 2007).

Esta Convención afirma el derecho de las personas con discapacidad a vivir en la comunidad en igualdad de condiciones que el resto de la población, de allí que garantizar el goce de sus derechos requiere de la instalación de una red idónea de asistencia domiciliaria y personal, así como otros servicios de apoyo y de ayudas técnicas; También se define de manera genérica a quien posee una o más discapacidades como *personas con discapacidad*. En ciertos ámbitos, los términos “discapacitados”, “ciegos”, “sordos”, “paraplégicos” y demás, aun siendo correctamente empleados, pueden ser considerados despectivos o peyorativos, puesto que para algunas personas dichos términos “etiquetan” a quien padece la discapacidad, lo cual interpretan como una forma de discriminación. Con la intención de evitar conflictos semánticos se prefiere las formas *“personas con*



DISCAPACIDAD



discapacidad”, “*personas sordas*”, “*personas con movilidad reducida*” y demás, esto hace énfasis en sus derechos humanos y su derecho a ser tratados como igual.

Lo anterior ha generado una preocupación mundial en la forma de entender las discapacidad y como resultado a se han propuesto modelos conceptuales³, los cuales resultan ser opuestos evidenciando consigo una problemática de interpretación. Por esta razón, la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la de la Salud, de ahora en adelante (CIF) manifiesta el interés por la integración conceptual. En el aparte de *modelo de funcionamiento y de la discapacidad* describe: *Se han propuesto diferentes modelos conceptuales para explicar y entender la discapacidad y el funcionamiento. Esta variedad puede ser expresada en una dialéctica de “modelo médico” versus “modelo social”* (Organizacion Mundial de la Salud, 2001). Con la oposición de los modelos y en una reinterpretación del modelo medico se ha planteado la articulación con la principal finalidad de lograr la integración de las diferentes dimensiones del funcionamiento.

4.1.2. Modelo Medico de la Discapacidad

El modelo médico considera la discapacidad como un problema de la persona directamente causado por una enfermedad, trauma o condición de salud que requiere de cuidados médicos prestados en forma de tratamiento individual por profesionales. El tratamiento de la discapacidad está encaminado a conseguir la cura o una mejor adaptación de la persona y un cambio de su conducta. La atención sanitaria considera la cuestión primordial y en el ámbito político, la respuesta principal es la de modificar y reformar la política de atención a la salud (Organizacion Mundial de la Salud, 2001).

³ El término “modelo” aquí significa constructo o paradigma, el cual difiere de la utilización del término en la sección previa



4.1.3. Modelo Social de la Discapacidad.

Por otro lado, el modelo social de la discapacidad, considera el fenómeno fundamentalmente como un problema de origen social y principalmente como un asunto centrado en la completa integración de las personas en la sociedad. La discapacidad no es un atributo de la persona sino un complicado conjunto de condiciones, muchas de las cuales son creadas por el ambiente social. Por lo tanto, el manejo del problema requiere la actuación social y es responsabilidad colectiva de la sociedad hacer las modificaciones ambientales necesarias para la participación plena de las personas con discapacidades en todas las áreas de la vida social. Por lo tanto el problema es más ideológico o de actitud y requiere la introducción de cambios sociales, lo que en el ámbito de la política constituye una cuestión de derechos humanos. Según este modelo, la discapacidad se configura como un tema de índole política (Organización Mundial de la Salud, 2001).

4.1.4. La Integración de Modelos de la Discapacidad

Con el auge de los modelos y una reinterpretación del modelo médico se ha planteado la articulación de los modelos *médico* y *social* con la principal finalidad de lograr la integración de las diferentes dimensiones del funcionamiento, *“la clasificación presenta un enfoque biopsicosocial. En la medida que intenta conseguir una síntesis y así proporcionar una visión coherente de las diferentes dimensiones de la salud desde una perspectiva biológica, individual y social”* (Organización Mundial de la Salud, 2001).

Con lo anteriormente expuesto se puede deducir que la manera en que interactúan las condiciones propias de la persona con el ambiente, la sociedad y la cultura pueden configurar una *situación de discapacidad* en el individuo y por otro lado aquellas condiciones intrínsecas de la persona relacionadas con la deficiencia funcional derivada de un problema que afecta la salud configura *la condición de discapacidad* del individuo.



Continuando con el discurso de discapacidad, la CIF una vez ha concebido el concepto de discapacidad como un proceso dentro de un marco biopsicosocial que ha sobre pasado los límites de lo estrictamente médico, ha agrupado la clasificación en “componentes de salud” y “factores ambientales”, los cuales responden a tres términos genéricos: “*funcionamiento como todo tipo de funciones, estructuras corporales expuestas en la capacidad de desarrollar actividades y la posibilidad de participación social. Discapacidad como las deficiencias en las funciones, estructuras corporales y limitaciones en capacidad de realizar actividades y las restricciones en la participación social. Salud componentes que acoge de los dos elementos anteriores*” (Benitez, 2013).

El documento (CIF) tiene como objetivos principales de brindar un lenguaje unificado y estandarizado y un marco conceptual para la descripción de la salud y los estados relacionados con la salud. Por ende brinda los conceptos que relacionan el funcionamiento y discapacidad en función de comprender la variedad de deficiencias funcional en una persona con discapacidad; es importante resaltar que las CIF no clasifica a las personas sino que hace descripción de la situación de cada una dentro de un conjunto de dominios de la salud o relacionados con la salud.

4.1.5. Otros Tipos de Discapacidad

Comprendiendo aún más la discapacidad, la CIF se mantiene en un concepto amplio de la salud y no cubre circunstancias que no están relacionadas con ella, tales como las originadas por factores socioeconómicos. Por ejemplo, hay personas que pueden tener restringida la capacidad de ejecutar determinadas tareas en su entorno habitual debido a su raza, sexo, religión u otras características socio-económicas, pero éstas no son restricciones de participación relacionadas con la salud, tal y como las clasifica la CIF. Esto expresa que existen otros tipos de discapacidad que también se ve implicada la posibilidad de interacción y participación del individuo con el ambiente y no sólo

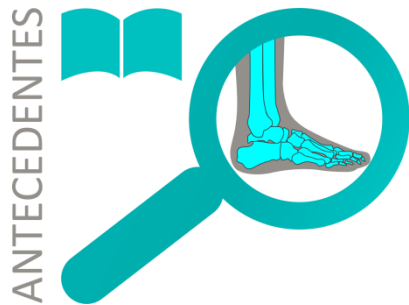
están incluidas las personas que tienen una deficiencia a nivel de estructura o funcionamiento corporal, también es un asunto para las personas que no lo son consideradas “con discapacidad”, pero que pueden experimentar dificultades para la interacción. Un ejemplo simple podría ser, aquella persona que resida en un país diferente al suyo y no hable el mismo idioma, entonces ésta persona experimentará discapacidad temporal relacionada con la comunicación, mientras encuentra los medios para lograr aprender el otro idioma; no es asunto para este proyecto ahondar en este tipo de discapacidad pero también es susceptible de considerarse explorado en otros estudios sobre discapacidad.

La discapacidad en un término genérico no sólo es un concepto que inicia con una condición que afecta la salud y que atañe una minoría, se podría decir que la discapacidad es el hecho en el cual cualquier persona puede encontrarse limitada en las posibilidades de poder realizar o participar en cualquier acto y en cualquier momento; en ese sentido puede expresarse que la discapacidad es una situación o condición en la que la mayoría por no decir todas las personas experimentan el diario vivir, la discapacidad no es más que una condición o situación que se quiere superar.



4.1.6. Discapacidad y Deficiencia.

Cuando se habla de discapacidad se relaciona con las deficiencias en las funciones, estructuras corporales y limitaciones en capacidad de realizar actividades y las restricciones en la participación social. En ese sentido las personas presentan *diferentes discapacidades las cuales pueden clasificarse en tres grandes grupos diferenciados entre sí; discapacidades físicas, sensoriales y psíquicas. Así las discapacidades físicas están relacionadas con el cuerpo, miembros y órganos en general; las sensoriales aquellas originadas en aparato visual, oído, y estructuras relacionadas con el lenguaje; y las psíquicas originadas por retraso y/o enfermedad mental* (Comunidad de Madrid).



Para propósitos de este trabajo el enfoque está directamente relacionado con la discapacidad física o de tipo motor generada una por la deficiencia en el sistema neuromusculoesquelético de la articulación de tobillo, siendo más preciso con lesiones de ligamentos o esguinces. Este tipo de discapacidad es abordada en el modelo individual, desde el marco de la deficiencia, en términos de reducción del mecanismo funcional que alberga al individuo en una condición de discapacidad temporal con probabilidad de una discapacidad permanente al involucrar una inestabilidad crónica, la cual está inicialmente apoyada por el trato profesional médico, que además puede ser observada desde la perspectiva disciplinar del diseño como apoyo para los procesos en la rehabilitación en la producción de ayudas técnicas.

Así la condición de discapacidad física requiere de medidas oportunas que garanticen la superación de la deficiencia y reincorporación a las actividades habituales. Los procesos de rehabilitación son el medio para recuperar la funcionalidad y que garantizan la totalidad o mejora en la funcionalidad o adaptación al medio, lo que conlleva a incorporar a los individuos nuevamente a la participación en su ambiente social.

4.2. REHABILITACIÓN:

El presente capítulo tiene como tema central la rehabilitación articular del tobillo. En el proceso de investigación la evidencia ha permitido proponer dos enfoques que expresan las formas en que se ha tratado esta rehabilitación articular con el propósito de identificar parámetro, los cuales puedan servir de base para permitir una intervención que contribuya en el proceso de rehabilitación. Así los enfoques de intervención de deficiencia osteomuscular de tobillo están conformados por una perspectiva médica y otra desde la intervención de ayudas técnicas.

Sumado a esto también existe una connotación a la rehabilitación que se da de forma alternativa y es en ocasiones una de las primeras asistencias que se da en la inmediatez de la circunstancias cuando



se presenta algún tipo de lesiones de tobillo u otras lesiones que comprometen el sistema osteomuscular, ésta se encuentra por fuera de la formalidad de la mirada profesional, tiene que ver con praxis de quienes tiene unas formas circunstanciales para entender la fisiología y las maneras de proceder en dichas lesiones, derivadas de su experiencia efectiva empírica a quienes de manera coloquial se les llaman “sobandero, sobador”.

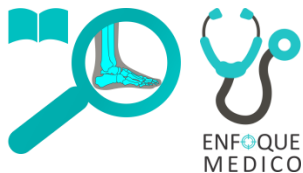
Esta práctica se gestada comúnmente en los pueblos y veredas, como producto probablemente de la falta de acceso a la asistencia especializada, pero que se entrelaza en la tradición popular y persiste hasta nuestros días, incluso por el desplazamiento que se da hacia las zonas urbanas ha encontrado un espacio para mantenerse y a pesar que haya la oferta de servicios especializados, quizá una de las causas por las cuales ésta práctica se mantiene puede estar relacionada con la accesibilidad que posee en términos de ubicación y costos, pues no es muy difícil encontrarlos en los barrios periféricos o tradicionales de la ciudad y los costos son relativamente bajos.

No es de interés para este trabajo reconocer su práctica con el fin de legitimarla o profundizar el ella, incluso las reseñas que se presentan aquí sobre ella son producto de la indagación en algunos casos de estudio que se realizaron; lo que se pretende es simplemente albergarla al espectro de posibilidades que coexisten en la rehabilitación y que de alguna manera su presencia como practica tiene la pretensión de brindar una mejoría en la condición de salud.

4.2.1. Enfoque Desde la Perspectiva Médica

Una visión universal de rehabilitación la ofrece la Organización Mundial de la Salud, que definió la rehabilitación y la medicina física como el conjunto de medidas sociales, educativas y profesionales destinadas a restituir al paciente con discapacidad la mayor capacidad e independencia posible; entre los objetivos de la rehabilitación se encuentra lograr la participación activa de la persona con discapacidad en actividades económicas, socioculturales y deportivas; así mismo realizar actividades



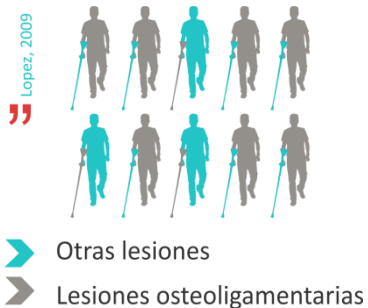


de promoción, prevención de deficiencias y discapacidad (Tápanes, 2014). Es decir que la rehabilitación se propone recuperar la funcionalidad en la persona con deficiencia y además recuperar la participación en sus actividades habituales. Por consiguiente la rehabilitación para este proyecto está enmarcada en la recuperación funcional de tobillo en personas con deficiencia para la reanudación de sus actividades.

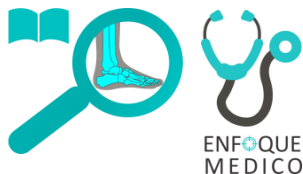
A partir de la introducción de la CIF, el funcionamiento y las discapacidad de una persona se concibe como una interacción dinámica entre los estados de la salud y los factores contextuales, tanto personales como ambientales, *lo que implica la participación activa de la persona a la que concierne su propia rehabilitación* (España, 2008). Entonces es de vital importancia la participación consiente y activa por parte de la persona en condición de discapacidad y brindar los recursos, y medios que puede hacer uso para contribuir a recuperar sus funciones corporales en virtud de incorporarse a la participación de sus actividades.

En adelante se presentaran los antecedentes que se relacionan con la rehabilitación de tobillo enmarcado en enfoque médico, el cual es pertinente abordar en el sentido que es el área del conocimiento especializado que brinda un panorama amplio para reconocer los factores que constituyen la rehabilitación de dicha articulación, como lo son los diagnósticos generales que la afectan, las posibles intervenciones a nivel de tratamiento, protocolos y el estudio de la fisiología; los cuales contribuyen a estimar los parámetros de base científica para abordar la rehabilitación.

Se ha considerado que las afecciones musculoesqueléticas involucran la deficiencia y a la discapacidad, constituyen una causa importante de morbilidad en todo el mundo, tienen una influencia sustancial en la salud y calidad de vida, *representan un enorme costo en los sistemas de salud y la asistencia social* (Salud, Organización Mundial de la Salud, 2003), sin embargo estas cifras son difíciles de estimar puesto que *se presenta una importante heterogeneidad en los criterios de medición, principalmente en el tipo y severidad de las deficiencias y limitaciones registradas, sin*



Consulta más frecuente



embargo. A esto hay que sumar en particular que las lesiones osteoligamentarias de tobillo constituyen uno de los motivos de asistencia traumatológica más frecuentes (López, 2009). A continuación se presenta un extracto de la población con limitaciones y enfermedades musculoesqueléticas en el mundo que podría afectar las articulaciones incluyendo al tobillo.

Tabla 1. Población con limitaciones y enfermedades musculo esqueléticas en el mundo.

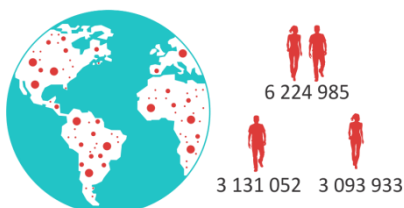
POBLACIÓN (000)	AMBOS SEXOS 6 224 985		HOMBRES 3 131 052		MUJERES 3 093 933	
	(000)	%total	(000)	%total	(000)	%total
Enfermedades musculo esqueléticas	106	0.2	38	0.1	69	0.3
Artritis reumatoide	25	0.0	7	0.0	18	0.1
Artrosis	5	0.0	2	0.0	3	0.0
Caídas	392	0.7	236	0.8	156	0.6
Otras lesiones accidentales	923	1.6	595	2.0	328	1.2

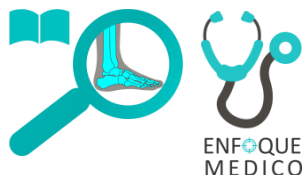
Fuente: Organización Mundial de la Salud, informe sobre la salud en el mundo 2004

Cabe anotar que existen causas por las cuales en ocasiones las lesiones no son asistidas de forma oportuna y conveniente, es decir que *con el advenimiento de la información a través de internet y el aumento de los costos de atención de la salud, las personas pueden elegir el autocuidado en lugar de recibir la atención de fisioterapia profesional* (Hawson, 2011) que conduzca a un diagnóstico apropiado y realizar un tratamiento basado en las necesidades particulares de la lesión. Esta situación influye además en las estimaciones que se realizan a nivel de morbilidad puesto que los datos se basan en registros de casos reportados en las instituciones, al no presentar estos registros a las entidades o instituciones se hace evidente que la población afectada supera la magnitud estimada.

Organización Mundial de la Salud 2004

Población con LIMITACIONES Y ENFERMEDADES MUSCULOESQUELÉTICAS en el mundo

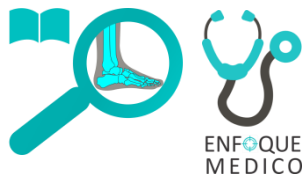




La Acción Europea hacia una Mejor Salud Musculoesquelética ha desarrollado estrategias para reducir la incidencia y el impacto en las personas y en la sociedad causados por los trastornos musculoesqueléticos, en este sentido han identificado las áreas de intervención para mejorar la salud osteomuscular, el cual proporciona una guía para encaminar la intervención muy enfocada en la rehabilitación (ver tabla 2). Con respecto a las intervenciones existe una amplia variedad para la *prevención y tratamiento de las enfermedades musculoesqueléticas. Pueden, sin embargo, aplicar temas en cuatro grupos principales - el estilo de vida, farmacológicos, quirúrgicos y de rehabilitación.* (Kristina Akesson, How to develop strategies for improving musculoskeletal health, 2007) Poner las intervenciones en estos temas comunes y luego considerar ejemplos concretos de intervenciones puede permitir acciones para dar enfoque en la intervención de la rehabilitación articular.

Tabla 2. Intervenciones para la prevención y el manejo de los trastornos musculoesqueléticos

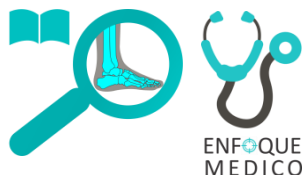
INTERVENCIONES	TIPO DE EFECTO	LOS EJEMPLOS ESPECÍFICOS DE INTERVENCIÓN
Intervenciones de estilos de vida		Dieta, el peso, el ejercicio, el tabaquismo, el alcohol
Las intervenciones farmacéuticas	Síntomas	Los analgésicos simples, analgésicos antiinflamatorios, antidepresivos, relajantes musculares, etc.
	Procesos de la enfermedad	Terapias modificadoras de la enfermedad
	Tratamiento local	Esteroides intraarticulares, terapias tópicas.
	Suplementos	Minerales, aceites, vitaminas (E, C, D) otros (ejemplo: glucosamina)
Intervenciones quirúrgicas	Para modificar	Transferencia tendinosa, procedimientos de tejidos blandos alrededor de la articulación, la fusión espinal, osteotomía.
	Para reparar	Fijación de la fractura, el injerto óseo, reparación de ligamentos.
	Para eliminar	Menisectomía, discectomía, artroplastia de resección
	Para reemplazar	Artroplastia (cementada, no cementada, bipolar, superficies diferentes en total, etc.)



Intervenciones de rehabilitación	Para tratar el deterioro	Movilización angular articular [rango activo de movimiento (ROM) – ejercicios asistidos de ROM, ejercicios pasivos de ROM] Técnicas de juego articular [movilización (deslizamiento de las superficies articulares), movilización de impulso, tracción] Inmovilización conjunta (reposo, inmovilización funcional selectiva, inmovilización funcional no selectiva, el cambio del vector de fuerza) Técnicas musculares (restauración del equilibrio muscular, ejercicios de fortalecimiento, entrenamiento de la flexibilidad) Rehabilitación neuromuscular (coordinación y el equilibrio, las actividades recreativas, la biofeedback, técnicas de relajación, terapias de reflejo y acupuntura) La aptitud física (la capacidad aeróbica y la resistencia.) Protección de las articulaciones Modalidades físicas (calor terapéutico, frío terapéutico, hidroterapia, masajes, electroterapia.) La conciencia del cuerpo y la imagen
	Para compensar las deficiencias	Los apoyos Ayudas y dispositivos Modificaciones del medio ambiente o la naturaleza de una tarea La orientación profesional Servicios de apoyo Las intervenciones sociales
	Para reconocer y abordar los factores personales	La terapia de comportamiento Educación Apoyo psicológico La autogestión
	Las intervenciones son temáticas en cuatro grupos principales y dentro de estos grupos pueden ser considerados de acuerdo con el tipo de objetivo intervencionista. También se dan ejemplos específicos de intervenciones.	

Fuente: (Kristina Akesson, How to develop strategies for improving musculoskeletal health, 2007)

Además dentro de estas estrategias se considera un paso clave el desarrollo de un marco de rehabilitación un acuerdo sobre ciertas definiciones. Estos incluyen las diferentes etapas de las condiciones, las poblaciones en las que la evidencia es aplicable.



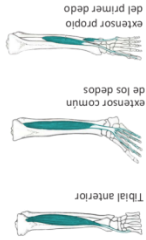
Así las **condiciones** se constituyen como los diferentes trastornos y sus características e historias naturales. Algunos se producen de forma aguda, tales como trauma, mientras otros son más graduales al principio y pueden ser persistentes y progresivos. Sin embargo es posible definir diferentes etapas de estas condiciones (Kristina Akesson, How to develop strategies for improving musculoskeletal health, 2007). Entonces uno de los primeros factores para considerar un proceso de rehabilitación está determinado en un principio en identificar el trastorno, puesto según su naturaleza éste tiene sus propias características, severidad y formas de tratar. Ver más adelante la condición específica a tratar para la rehabilitación de tobillo para este trabajo. También es necesario definir la **población** objetivo para cada condición específica, con el fin de lograr el efecto deseado (tabla 3.) Ver más adelante la población específica a tratar para la rehabilitación de tobillo para este trabajo.

Tabla 3 Poblaciones en las que las estrategias de salud pueden apuntar.

LAS POBLACIONES EN QUE LAS ESTRATEGIAS DE SALUD PUEDEN APUNTAR	
Población en su conjunto	La población normal no seleccionada para cualquier riesgo conocido o presencia de una condición. Sin embargo las estrategias pueden variar según la edad, género u otros factores contextuales
Población en riesgo	Los que tienen un mayor riesgo de desarrollar la condición de salud. Esto puede estar relacionado con la edad, el sexo, los factores heredables, estilos de vida, el medio ambiente, etc.
Población con las condiciones establecidas: - etapas tempranas y/o enfermedad leve	Cuando una condición manifiesta por primera vez puede haber diferentes oportunidades de lo que puede lograrse en términos de revertir la situación o la prevención de la progresión
Población con las condiciones establecidas: - etapas finales y/o enfermedad grave.	Muchas afecciones musculoesqueléticas son persistentes y progresivas con el aumento de la discapacidad. En las últimas etapas o estadios más graves de la enfermedad, los objetivos serán diferentes.

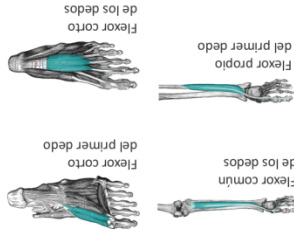
Fuente: (Kristina Akesson, How to develop strategies for improving musculoskeletal health, 2007)

MÚSCULOS EXTENSORES DEL PIE



ESPASTICIDAD
músculos flexores
de la articulación

MÚSCULOS FLEXORES DEL PIE

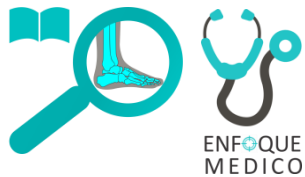


Cuantificar su contribución
relativa para la resistencia
al caminar en pacientes con
TRAUMA DE HEMIPLEJÍA
ESPÁSTICA
Shamay S. Ng, 2012

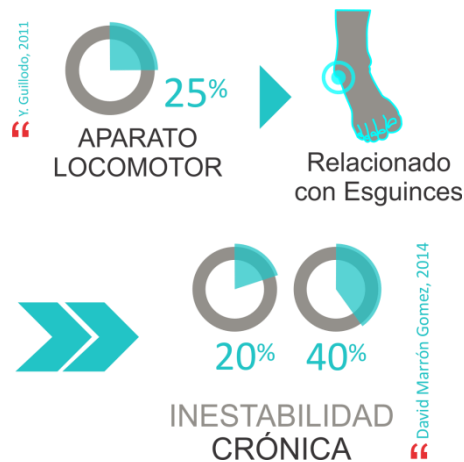


En cuanto a la rehabilitación articular se han descrito estudios destinados a investigar la relación entre la gravedad en la inestabilidad del tobillo y la viscosidad funcional del tobillo, éste estudio propone un método nuevo para evaluar la mecánica de la inestabilidad, *este hallazgo sugiere que, la gravedad de la funcionalidad del tobillo inestable puede atribuirse en parte a las insuficiencias mecánicas, tales como los cambios degenerativos en la viscosidad del tobillo después de la inversión de esguince de tobillo* (Lin CY, 2004).

También se encontró una investigación que aborda la rehabilitación del tobillo determinando las relaciones de fuerza entre los músculos flexor dorsales y flexor plantares con la espasticidad de los flexores plantares del tobillo, de igual manera determinar si la fuerza del dorsiflexor del tobillo afectado contribuye independientemente a la resistencia al caminar y cuantificar su contribución relativa para la resistencia al caminar en personas después de trauma de hemiplejía espástica. El cual concluye con la importancia de documentar la fuerza del flexor del tobillo como un factor determinante para la resistencia al caminar en pacientes con trauma de espasticidad del flexor plantar y sugerir programas con la intención de mejorar la resistencia al caminar incluyendo ejercicios de fortalecimiento para los músculos dorsiflexor (Shamay S. Ng, 2012); este estudio que relaciona la espasticidad de los estabilizadores dinámicos de la articulación, hace evidente la importancia de rehabilitar los movimientos básicos de flexión dorsal y extensión plantar de esta articulación para la favorecer la simetría de la marcha y la velocidad. Básico para funcionalidad de la articulación.



Se encuentran diversas condiciones que afectan a esta articulación, un ejemplo y muy significativo son a las lesiones que corresponden a lesiones ligamentosas (esguinces), los cuales son una de las lesiones más comunes (David Marrón Gomez, 2014), y se dan con mayor frecuencia durante las actividades de la vida diaria y en el deporte; *las lesiones por inversión de los ligamentos externos del tobillo son más frecuentes en deportes como el baloncesto y el futbol, y suponen el 40% de total de las lesiones de los deportistas* (L. Guirao Cano, 2004).



4.2.1.1. Lesión de ligamentos

Gran parte de los estudios encontrados en la rehabilitación de tobillo relacionan la lesión de ligamentos lo cual ha inducido inclinar la investigación del este proyecto a indagar sobre las posibilidades para contribuir a recuperar la funcionalidad de la articulación cuando se presenta una lesión ligamentosa.

Así, *las lesiones de tobillo representan el 25% de todos los casos traumáticos del aparato locomotor, el esguince lateral externo es la lesión más frecuente, con una incidencia diaria estimada de 1 por cada 10000 y un pico de incidencia anual (entre las edades de 15 y 19 años) de 7.2 por cada 1000. Además de la frecuencia de esguince de tobillo, el costo del tratamiento hace que esta lesión sea un problema de salud pública.* (Y. Guillodo, 2011) Estos datos son enunciados en estudios de los Estados Unidos y Europa; independientemente de la región, éstos representar la dinámica del comportamiento que tiene esta articulación, es decir *son muchas las razones para esto, no menos importante de las cuales es la frecuencia con que se utiliza esta articulación* (Y. Guillodo, 2011).

Cerca de la mitad de todos los esguinces del tobillo (49.3 %) ocurrió durante la actividad atlética, en baloncesto (41.1 %), fútbol (9.3 %), y el soccer (7.9 %) siendo asociada con el porcentaje más alto de esguince de tobillo. los individuos físicamente activos, particularmente en aquellos que participan en

David Marrón Gomez, 2014



LESIONES DE LIGAMENTOS
mayor frecuencia en
la vida diaria y el deporte

LESIONES INVERSIÓN DE LIGAMENTOS

FRECUENCIA

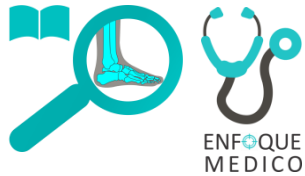


L. Guirao Cano, 2004

cancha y deportes en equipo, como el baloncesto tiene un riesgo mayor que el población general, la articulación del tobillo da razón de 10 % al 34 % de todo lo que lesiones relatadas en deporte, con esguince lateral del tobillo comprendiendo 77 % al 83 % de esta lesiones. (Robroy L. Martin, 2014) Además se estima que entre el 20% y 40% de los esguinces de tobillo dará lugar a la inestabilidad crónica de tobillo con un máximo de 70% reportado en deportes específicos como el baloncesto (David Marrón Gomez, 2014).

El impacto de esta lesión es sin duda más común de lo que parece, afectando la capacidad de una persona para llevar a cabo sus necesidades funcionales y repercutiendo en la participación de las actividades tanto deportivas como aquellas que son habituales en una persona de la población en general; sin la rehabilitación adecuada esto genera riesgo de caer en discapacidad pasando de una temporal a una discapacidad permanente leve, con la consecuencia de una inestabilidad crónica que afectara su calidad de vida por ese mismo hecho.

Puesto que como se afirma *la calidad de vida de las personas está también muy relacionada con el tipo de limitación que deben enfrentar, tanto por las dificultades propias de cada tipo de deficiencia — ya sea sensorial, mental o física— como por las diferencias en la respuesta del entorno a cada una de ellas en cuanto a capacidad de autocuidado, adaptación del medio físico, participación social, oferta de oportunidades educativas y laborales y respeto del derecho a la autodeterminación* (Naciones Unidas, 2012), el esguince de tobillo produce una deficiencia física, que afecta la calidad de vida de la persona, ésta deficiencia puede ser temporal dependiendo si se presenta una deficiencia crónica.



4.2.1.2. Mecanismo lesional y biomecánica (L. Guirao Cano, 2004)

El mecanismo de inversión forzada del pie produce lesiones por tracción, sobre todo cuando existe una lesión del complejo ligamentoso externo, pero no es el único mecanismo existente, ya que pueden asociar lesiones por compresión – construcción que provocan osseocondritis del astrágalo, necrosis del astrágalo y fisuras osteocondrales externas del astrágalo, pudiendo pasar desapercibidas y provocar una lesión crónica.

El músculo inversor por excelencia es el tibial posterior, mientras que el peroneo lateral largo es el principal eversor. Existe una activación de la musculatura peronea a las 54 milésimas de segundo de iniciada la inversión, para equilibrar el movimiento, y de esta manera evitar lesiones, pero a pesar de esta precoz activación, resulta insuficiente cuando existe un movimiento brusco de inversión.

El complejo ligamentoso externo del tobillo es la estructura más frecuentemente lesionada. Está constituido por tres fascículos: el ligamento peroneoastragalino anterior (PAA), el ligamento calcaneoperoneo (CP) y el peroneoastragalino posterior (PAP) (fig. 1). El ligamento peroneoastragalino (PAA) anterior es el más débil y, por tanto, el más frecuente en lesiones en este tipo de patología. Estabiliza el tobillo cuando éste se halla en flexión plantar, inversión y rotación interna. El CP está en tensión cuando el tobillo se encuentra en flexión dorsal e inversión. La lesión combinada de los ligamentos PAA y CP se encuentra en el 20 % del total de lesiones, mientras que la lesión aislada del PAA se observa en el 65 % de ellas. El ligamento PAP es muy resistente y rara vez se lesiona, excepto en los traumatismos graves del tobillo.

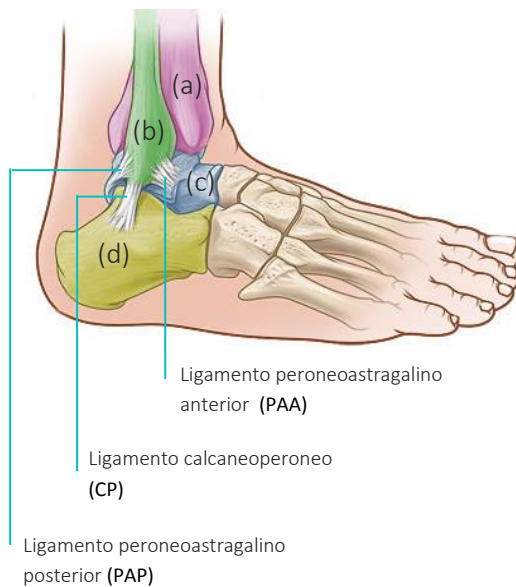


Figura 1: Complejo ligamentoso externo del tobillo y componentes óseos (a) Tibia, (b) Peroné, (c) Astrágalo, (d) Calcáneo.

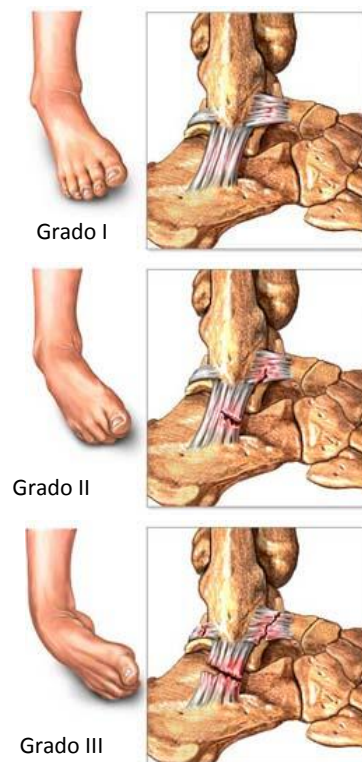


Figura 2 grados de esguinces,
fuente:
<http://lesionesdeportivas.wordpress.com/2012/08/12/esguince-de-tobillo/>

Se han identificado grados lesionales, los cuales se refieren en las publicaciones consultadas a la clasificación de West Point (tabla 4).

Tabla 4. Clasificación West Point.

CRITERIO	GRADO I	GRADO II	GRADO III
Localización del dolor	PAA	PAA, CP	PAA, CP, PAP
Edema, equimosis	Poco, local	Moderado, local	Significativo difuso
Capacidad para cargar peso	Completa o parcial	Dificultad sin muletas	Imposible sin dolor importante
Afectación ligamentosa	Estiramiento	Rotura parcial	Rotura completa
Inestabilidad	No	No o poco importante	Si
PAA: ligamento peroneo astragalino anterior; CP: ligamento calcaneoperoneo; PAP: ligamento peroneo astragalino posterior			

Fuente: (L. Guirao Cano, 2004)

La consulta bibliográfica de base científica (BWS - Cochrane, OVID Medline, PubMed, SCIELO, EBSCO) me permitió identificar que en los diferentes estudios terapéuticos llegan a la conclusión que el tratamiento conservador, especialmente el tratamiento funcional ofrece mayores resultados⁴ que la reparación quirúrgica inmediata (esguince tipo III), reservando esta para las lesiones recurrentes (esguince tipo I y II) (L. Guirao Cano, 2004). Desde la conferencia de consenso en la medicina de emergencia de 1995 (actualizado en 2004), el tratamiento funcional es privilegiado, a raíz de la aplicación del protocolo RICE (reposo, hielo, compresión, elevación) (Y. Guillodo, 2011). *La movilización inmediata y el tratamiento funcional han sido asignados como la mejor estrategia de tratamiento funcional, pero como tratamiento funcional se entiende un amplio espectro de tratamientos y no se ha identificado cual es la estrategia mejor.* (L. Guirao Cano, 2004).

⁴ 8% pacientes con tratamiento conservador y 26% con tratamiento quirúrgico presentan inestabilidad funcional. 92% tratamiento inmovilizador y 22% con tratamiento quirúrgico presentan inestabilidad funcional y no hay diferencia en la reparación aguda. Y el 10-27 % presentan dolor e inflamación (L. Guirao Cano, 2004).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



fase 1

- Limitar inflamación
- Reducir dolor
- Proteger de nuevas lesiones

fase 2

- REHABILITACIÓN DEL MOVIMIENTO
- FUERZA Y PROPIOCEPCIÓN.

fase 3

- Ejercicios
- Re-entrenamiento actividades específicas

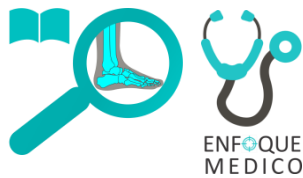
De esta manera la rehabilitación debe incorporar una serie de principios básicos para maximizar el éxito del tratamiento, minimizar el fracaso de rehabilitación, y prevenir una lesión mayor (Andrea Stracciolini, 2007); un objetivo puntual es *restaura sin dolor el rango de movimiento (ROM)*, *debe hacerse todo lo posible para conseguir la función anterior a la sesión, fuerza, resistencia, y ROM* (Andrea Stracciolini, 2007); también el tratamiento correcto de las lesiones ligamentosas del tobillo tiene que prevenir la aparición de la inestabilidad crónica, (L. Guirao Cano, 2004), la cual es causa de la reincidencia de la lesión.

4.2.1.3. El tratamiento para esguince tipo II y III por fases:

Fase 1: está enfocada en limitar la inflamación, reducir el dolor y proteger de nuevas lesiones. (Hielo, compresión, elevación, y descarga de la extremidad, según dolor.) También se ha descrito como objetivo mantener y restaurar el rango de movimiento (Andrea Stracciolini, 2007) estos movimientos evitan la atrofia muscular.

Fase 2: rehabilitación del movimiento, fuerza y propiocepción del movimiento. El objetivo es eliminar el dolor, incrementar el balance articular sin dolor, limitar la pérdida de fuerza muscular y continuar disminuyéndolos signos inflamatorios. Algunos autores dividen la fase 2 en una primera donde sólo realizaremos la recuperación del balance articular y la potenciación muscular, y una segunda en la que progresaríamos con ejercicios de propiocepción. El momento para pasar de la fase 2A a la 2B es cuando la resistencia y el número de repeticiones realizadas con el tobillo lesionado es el mismo que con el contralateral.

Fase 3: incluye ejercicios y reentrenamiento de habilidades específicas del deporte que practicaba previo al retorno completo a la actividad. El objetivo es conseguir un balance articular sin dolor y aumentar la fuerza muscular y la propiocepción.

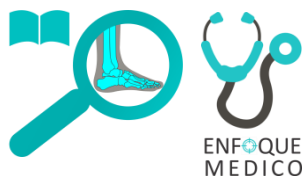


Los ejercicios tienen que incorporarse progresivamente en relación al dolor, y aumentar en número de repeticiones. Los movimientos han de realizarse lentamente y de forma controlada para poder obtener el máximo beneficio (L. Guirao Cano, 2004). Entrenamiento propioceptivo se relacionaron significativamente con la recuperación. El entrenamiento propioceptivo está ganando importancia en los programas de rehabilitación, sobre todo porque esta técnica basada en el hogar reduce efectivamente la tasa de repetición de la lesión en los deportistas y disminuye el costo del tratamiento de las recaídas (Y. Guillodo, 2011) esta técnica se puede realizar una vez se consiga una articulación sin dolor y totalmente móvil.

El tratamiento de las lesiones de grado III es más controvertido debido a que, habitualmente, este tipo de lesión tiene buen pronóstico sea cual sea el método de tratamiento escogido. Diversos autores han recomendado la reparación quirúrgica primaria como método de elección, otros recomiendan un tratamiento funcional con diferentes fases de movilización rápida controlada y, finalmente, algunos autores recomiendan inmovilización con yeso u ortesis rígidas (L. Guirao Cano, 2004). Esto podría estar relacionado con las fases de la rehabilitación y los protocolos para el mismo fin. (Y. Guillodo, 2011)

Se observan resultados significativos a favor del tratamiento funcional en detrimento de la inmovilización si hablamos en términos de pacientes que retornan a su deporte, tiempo hasta retorno al trabajo, persistencia de signos inflamatorios, aparición de inestabilidad crónica o pérdida del balance articular.

Se registra como importante el ejercicio alternativo (Andrea Stracciolini, 2007), pues es esencial tanto para la física y el bienestar mental que el atleta permanece activa durante el periodo de rehabilitación, los ejercicios aeróbicos pueden promover la cicatrización sólo para esguinces I y II. Para la aplicación del tratamiento funcional se describe el protocolo, este se encuentra en el anexo 1. (L. Guirao Cano, 2004)



4.2.1.4. Progresión del tratamiento de la Rehabilitación (L. Guirao

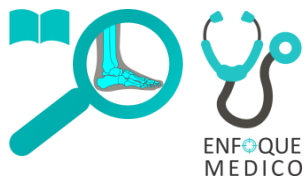
Cano, 2004)

La mejoría después de haber sufrido un esguince de tobillo es altamente variable. Algunos pacientes pueden progresar y realizar correctamente todos los ejercicios en una semana, mientras que otros necesitan seis semanas o más. Si algunos de los ejercicios aumentan el dolor o la inflamación, no deben realizarse. Si el paciente no obtiene una mejoría después de la primera semana de tratamiento, es necesario revalorar al paciente o añadir terapia física

El tiempo de retorno a las actividades deportivas estará alrededor de los once días para los esguinces de grado I, de dos a seis semanas para los de grado II y de cuatro a doce semanas para los de grado III.

Al considerar los beneficios de la rehabilitación, es importante diferenciar entre el intervalo de tiempo para la reanudación de las actividades profesionales y deportivos (Y. Guillodo, 2011)

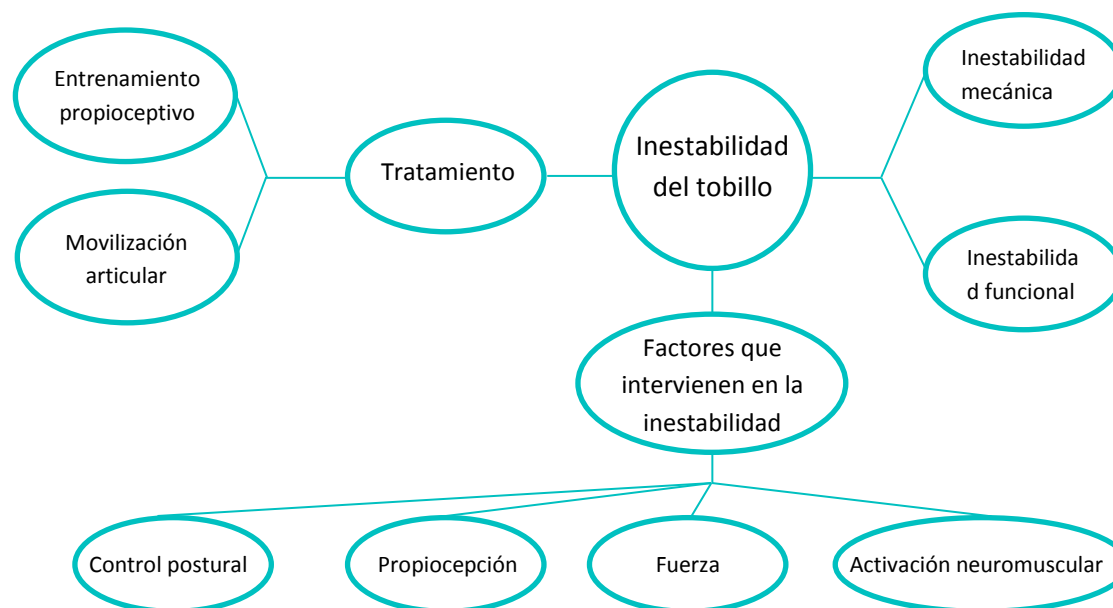
La evidencia del tratamiento funcional permite estimar la opción de apoyar este tipo de tratamiento es una opción con la que el diseñador puede considerar el desarrollo de propuestas que contribuyan a la rehabilitación. Desde el punto de vista funcional esto puede hacer referencia a potencializar o reforzar el proceso de rehabilitación del movimiento de la articulación.



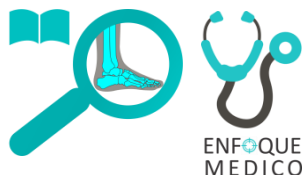
4.2.1.5. Inestabilidad

El tratamiento de rehabilitación de tobillo describe devolver la funcionalidad de la articulación lo que incluye prevenir la inestabilidad funcional de la articulación, entendida como la *manifestación en forma de sensación de fallo articular y reducción del tiempo de reacción muscular, especialmente de los músculos peroneos* (Miguel a. Acastellano del Castillo, 2009). A continuación se presenta la inestabilidad los factores que intervienen es la inestabilidad para identificar factores determinantes para tener en cuenta para la propuesta de intervención de la ayuda técnica. Se presenta un esquema conceptual que engloba la inestabilidad del tobillo (ver esquema 1) basado en el trabajo de tesis de doctorado de Díaz, David Cruz.

Esquema conceptual de la inestabilidad del tobillo.



Esquema 1: Autor



4.2.1.6. Inestabilidad crónica del tobillo

“La inestabilidad crónica de tobillo se define como la incapacidad para mantener la movilidad normal del tobillo, perdiendo el control mismo en determinadas situaciones lo cual traduce en esguinces de repetición y una sensación de inseguridad durante la realización de ciertas actividades funcionales” (Díaz, 2013).



E N F O Q U E
AYUDAS TÉCNICAS

4.2.2. Enfoque de Ayudas Técnicas

Esta parte del capítulo está relacionada con la producción de ayudas técnicas para la rehabilitación de la articulación de tobillo, el cual conforman parte del estado del arte sobre lo que se ha venido desarrollando a nivel internacional en la rehabilitación de la articulación en mención; se realizó una revisión en bases de datos de revistas especializadas como Cochrane, Medline, y Pubmed, algunos catálogos de internet, aplicaciones (Apps) gratuitas que se han desarrollado para dispositivos móviles.

La rehabilitación de tobillo en las ayudas técnicas hace referencia a los equipos o sistemas e instrumentos, que responde a tres modalidades de recuperación las cuales dependen de la actividad que requiera el paciente: *pasiva, asistida y activa. En la recuperación pasiva es el terapeuta profesional el que moviliza las estructuras sin el esfuerzo del individuo. Una modalidad intermedia es la*



asistida, en la cual se combinan el esfuerzo del paciente y del terapeuta. La rehabilitación activa es cuando el individuo realiza todo el esfuerzo en los ejercicios (Blanco Ortega, 2013).

4.2.2.1. Unidades de Movimiento Pasivo Continuo.

UNIDADES DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO



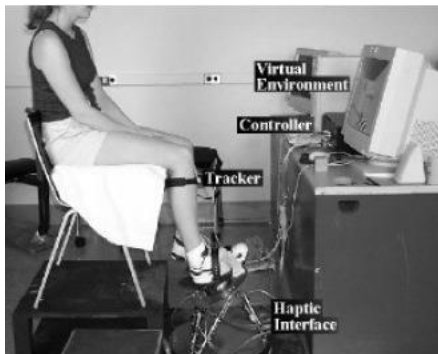
Asistencia Automatizada



En la rehabilitación de tobillo están relacionadas las unidades de movimiento pasivo continuo que responden a la recuperación de los rangos de movimiento articulares, *en un principio concebidos para reducir las espasticidad⁵ en la décadas de 1970 por Salter* (Blanco Ortega, 2013), dichos equipos han presentado su transformación con el tiempo para responder a los requerimientos de movimientos, inicialmente abarcaban algunos movimiento y en la actualidad han llegado a cubrir la totalidad de la movilidad articular, incluso se han desarrollado una propuesta en México con el fin de reducir el costo del equipo para que este sea accesible a la población, puesto que de las unidades de movimiento pasivo continuo incrementan sus costo por que incorporan la robótica para efectos de movimiento que requieren medios electrónicos que controlen la frecuencia, velocidad y ángulos de inclinación de los movimientos, también materiales que dan estructura a las unidad para que sean estables además son producidos países desarrollados.

Las Unidades de Movimiento Pasivo (CPM) están destinados *para terapia de asistencia automatizada en la recuperación motora de tobillo y de funciones musculoesqueléticas o las lesiones neurológicas de tobillo* (Mingning Zhang, 2013). Los resultados de estos estudios dan cuenta de mejoras en cuando a la actuación del tobillo o las mejoras en la marcha después de un periodo de rehabilitación con asistencia automatizada. La aplicación de esta tecnología de describe en la fase primaria del tratamiento y se realiza en el ambiente de la rehabilitación.

⁵ La espasticidad se refiere a músculos tensos y rígidos. También se puede llamar tensión inusual o aumento del tono muscular. (<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003297.htm>)



(a)



(b)

Figura 3: Rutgers Ankle
a) the "Rutgers Ankle" prototype
b) componente Haptic Interface

De esta manera se presentan algunos de los equipos que en consideración resumen los siguientes desarrollos de equipos usados para la rehabilitación.

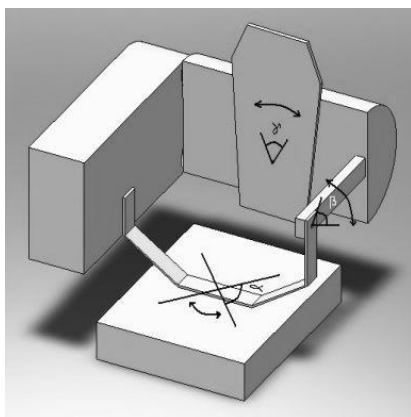
Se desarrolló el dispositivo de rehabilitación del tobillo "Rutgers Ankles" figura 3, para el uso doméstico, con monitoreo remoto por terapeutas a través del sistema existente de telerehabilitación usando una interfaz ortopédica de rehabilitación que registra el progreso del paciente para la evaluación remota por terapeutas. El sistema les permitiría a los pacientes realizar una colección variada de ejercicios mientras interactuándole un ambiente virtual. (M. Girone) En este proyecto se incorpora la bio-retroalimentación o Biofeedback el cual proporciona información precisa del avance en la recuperación.

Una de las característica que incorpora esta unidad tiene que ver con el desarrollo de monitoreo de la condición de salud en forma remota, pues brinda datos cuantificables que permiten evidenciar la ganancias de los rangos de movimiento de la articulación, respuestas musculares; estos avances representa la dinámica en innovación de las asistencia de los servicios de salud.

Sin embargo a pesar que se considere como un prototipo la imagen nos brinda algunas consideraciones a nivel de forma que indican por ejemplo: que uno de los usuarios, la persona quien tiene la lesión debe recurrir a una posición específica y a instrumentos adicionales que se adapten a las condiciones del equipo como una plataforma que garantice la altura necesaria para poder ser usada, esto podría desestimar algunas de las necesidades o requerimientos de algunos pacientes, los controles están por fuera de los alcances de este usuario, el componente del equipo Haptic Inteface tiene elementos expuestos como y una sujeción al pie del usuario que podrían representar un riesgo para él o terceros quienes podrían tropezar, enredarse y desestabilizar causando posiblemente una lesión mayor. Más allá de las observaciones formales las cuales son corregibles para poderlo considerar como producto terminado, podría considerarse que el enfoque que tiene este equipo está relacionado con condiciones de deficiencia neuromusculares y rehabilitación en la pérdida de fuerza en la musculatura y no tanto para condiciones ligamentosas.



(a)



(b)

Figura 4: Kinetec 5190 Ankle

a) KINETEC 5190 Ankle CPM Machine,

b) esquema de movimientos

La máquina mostrada a continuación ofrece mejores movimientos a comparación con la anterior, se trata de un aparato que genera movimientos circundantes teniendo como eje el tobillo, es automático y controlado con un control que sobresale (teach-pendant) figura 4, a su vez el usuario controla el tiempo y la velocidad bajo parámetros preestablecidos por el fabricante; *una de las limitaciones son dimensiones del aparato, este dispositivo ofrecen un mejor panorama en lo que se refiere a la rehabilitación, sin embargo es un dispositivo que es necesariamente importado de EUA lo cual reduce la posibilidad de adquirirlo, además de que si el producto falla se incrementan los costos que se tiene que regresar al país de origen para su reparación.* (Godoy, 2012)

Los siguientes dispositivos son el Artromot Ankle (CPM) Kit y el OptiFlex Knee (CPM) los cuales se pueden observar en la Figura 5 y 6 respectivamente. Cada uno de estos dispositivos cabe señalar que conllevan un grado más de complejidad y por ende mayor capacidad de movimientos.



Figura: 5 Artromot Ankle (CPM)



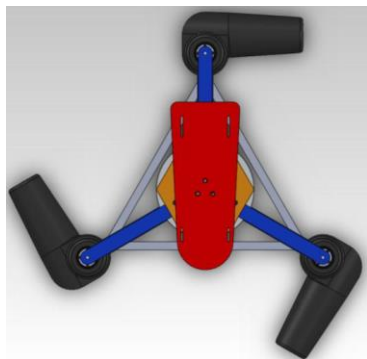
figura 6: OptiFlex Knee



Este dispositivo fue diseñado por Jhonatan I. Godoy, propuesto como un prototipo de robot paralelo rehabilitador de tobillo figura 7, que permite movimientos de dorsiflexión/plantiflexión e inversión/eversión.



a) Vista isométrica



b) Vista superior

Figura 7: robot paralelo para la rehabilitación de tobillo

Una puesta en marcha de una ortesis dinámica de pie y tobillo para aplicación terapéutica (figura 8.) fue presentada en el International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 su aporte está enmarcado en la utilización estructural de polímeros como polipropileno (PP), Acrílico Butadieno Estireno (ABS) y Monómero de Dieno Etileno-Propileno (EPDM) para reducir los costos de fabricación, este equipo cuenta con un dispositivo para controlar la velocidad y movimientos que utiliza una batería recargable. Este prototipo proporciona movimientos dorsiflexión/flexión plantar, inversión/eversión.

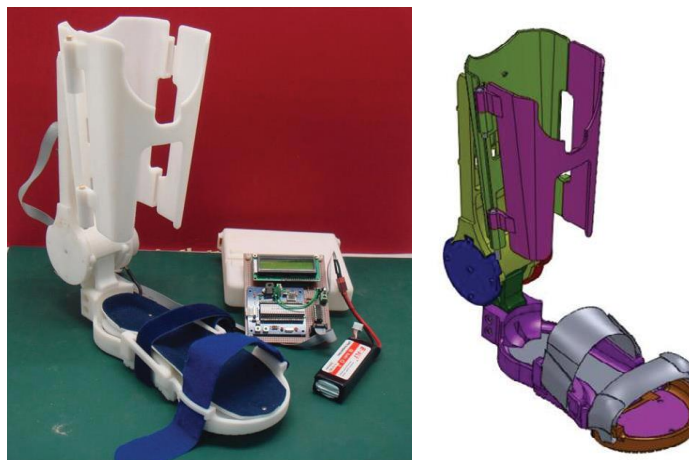


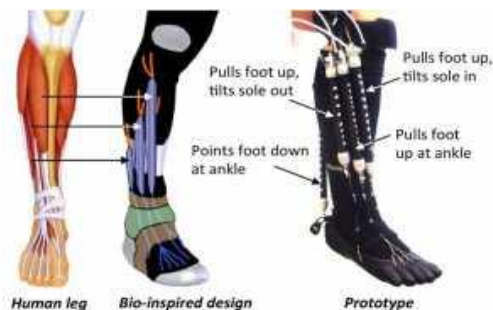
Figura 8: The prototype of the DAFO that is assembled by using all the parts.



Uno de los últimos prototipos diseñados se presentó en el X Congreso Internacional sobre innovación y Desarrollo Tecnológico, México; este está basado en un mecanismo de debido a sus características deseables que proporcionan baja inercia, alta rigidez, compacto, portabilidad, y resolución precisa comparando con los robots en serie. Este incorpora un diseño mecatrónico de rehabilitación para tobillo. El diseño mecatrónico de la máquina de rehabilitación de tobillo se muestra en la Figura 9. El propósito de tener 2GDL independientes en el rehabilitador es de simplificar el diseño sólo a la plataforma para soportar del pie unido por enlaces simples a un solo actuador lineal.



Figura 9: máquina de rehabilitación de tobillo. (A. Blanco Ortega, H. R. Azcaray Rivera, R. F. Vázquez Bautista, L.J. Morales Mendoza)

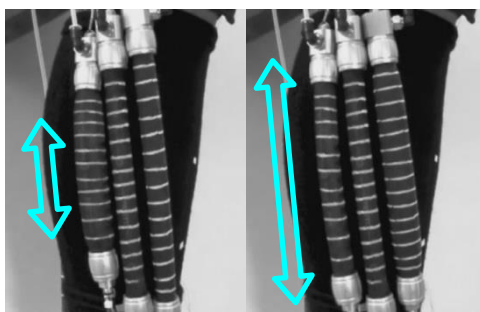


Por ultimo para la serie de unidades de asistencia automatizada se presenta como una de las últimas innovaciones en este campo de la robótica, pasa de la rigidez de los exoesqueletos a una unidad funcional flexible que incorpora una perspectiva biónica la cual genera un dispositivo suave, usable que imita los músculos, los tendones y los ligamentos de la extremidad del miembro inferior figura 10, podría ayudar en la rehabilitación de pacientes con trastornos del tobillo-pie como pie caído, Yong-Lae Park, profesor asistente de robótica de la Universidad Carnegie Mellon.

a)



El desarrollador asegura que los dispositivos electrónicos activos pueden mejorar la función y también ayudar a reeducar el sistema neuromuscular. "Pero la limitación de un exoesqueleto tradicional es que limita los grados naturales de la libertad del cuerpo", agregó Yong-Lae Park. El tobillo es naturalmente capaz de un movimiento tridimensional complicado, pero los exoesqueletos más rígidos, permiten un único punto de pivote. La desventaja, sin embargo, es que el dispositivo suave es más difícil de controlar que un exoesqueleto rígido. Por lo tanto, requiere de una sensibilidad más sofisticada que rastree la posición del tobillo y el pie y un esquema más inteligente para el control de movimiento del pie, dijo Park. Entre las innovaciones en el dispositivo están los sensores hechos de una piel artificial sensible al tacto, láminas de caucho delgadas que contienen microcanales largos llenos de una aleación de metal líquido. Cuando estas hojas de caucho se estiran o se presionan, las formas de los microcanales cambian, lo que a su vez provoca cambios en la resistencia eléctrica de la aleación. Estos sensores se colocan en la parte superior y en el lado del tobillo.⁶ Este proyecto está en fase de prototipo y aun no se ha probado en pacientes para determinar su desempeño como herramienta de rehabilitación.

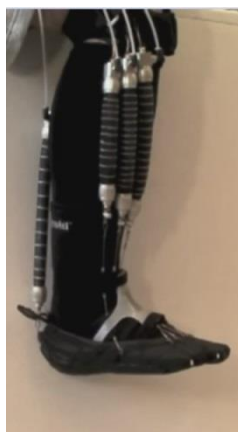


b)

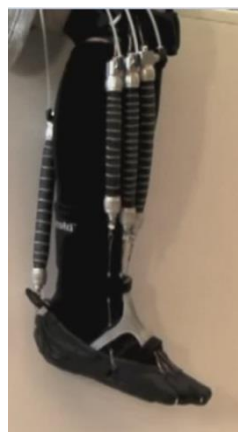
Figura 10: Bio inspired Active Soft Orthotic Device

- a) Bio Mimesis.
- b) Músculos artificiales neumáticos (PAMS) con materiales plásticos blandos y compuestos.
- c) movimientos de dorsiflexión y plantiflexión,
- d) inversión / eversión.

Fuente: wyss institute for biologically inspired engineering, Harvard University



c)



d)



⁶ Fuente: www.munonuevo-daniel.blogspot.com/2014/01/dispositivo-robotico-bio-inspirado.html



Las unidades de movimiento pasivo tienen resultados significativos en la rehabilitación de la articulación del tobillo, sus características formales están destinadas para ser usadas por una asistencia especializada lo cual involucra a terceros, además que estén disponibles en espacios y centros de rehabilitación para llevar a cabo las terapias destinadas a condiciones más neuromuscular que de lesiones ligamentosas; como se indicó inicialmente las unidades de movimiento pasivo continuo se desarrollaron para reducir la espasticidad a pesar que estas rehabiliten los rangos de movimiento. Muchas de estas unidades están en fases de prototipos y las existentes en el mercado son de tipo estructura rígida cuya manipulación debe ser asesorada por el especialista lo cual asigna varios usuarios, para el caso el usuario principal es el especialista que manipula u otorga los movimientos y tiempos asignados en la terapia.

4.2.2.2. Ayudas Técnicas Basadas en Movimientos Activos para la Rehabilitación de Tobillo.

A continuación se presenta las ayudas técnicas encontradas en la rehabilitación de tobillo con mayor énfasis en la obtención de ganancia de rangos de movimientos y el fortalecimiento de los ligamentos así como entrenamiento de la propiocepción, este último como componente diferenciador en la rehabilitación de cualquier otra articulación.



Figura 11: ejercitadores de tobillo

Ayuda técnica para ejercitar tobillo (figura 11). Según el anuncio de la página *proporciona la estabilidad necesaria para que los estiramientos sean los apropiados, se puede usar sentado o de pie, fabricado en plástico rígido*. Esta ayuda contribuye al movimiento de flexión dorsal y plantar del pie, no se brinda características específicas sobre el peso, pero hace evidente que es una pieza con un peso considerable para que este sea portable para ser llevado a un lugar externo al espacio de rehabilitación para hacer extensiva la rehabilitación, también los movimientos que ofrece son limitados a los requeridos por la articulación.



Figura 12: PieLaster

PieLaster figura 12, es una pieza muy sencilla, diseñada y patentada por Biolaster para facilitar para facilitar el entrenamiento propioceptivo de forma personalizada; es una unidad de dos piezas exactamente iguales, es utilizable por cualquier persona para mejorar sus cualidades propioceptivas sobre todo deportistas que pretendan compensar el déficit de estabilidad de los tobillos por esguince de repetición y prevenir de esta formas nuevos esguinces. Cumple por tanto una doble función, rehabilitación y prevención. Esta ayuda permite relacionar las actividades habituales del usuario o paciente con deficiencia con el proceso de rehabilitación. Ayuda utilizada en énfasis en la fase ultima de la rehabilitación para realizar el entrenamiento propioceptivo.

Mesa de manos y pies figura 13, este producto cumple con la función de apoyar el movimiento pasivo de flexión dorsal y plantar del tobillo en un proceso de rehabilitación, sin embargo es un instrumento con características rudimentarias y recargada de componentes para sólo proporcionar dos movimientos, su instalación conlleva a recurrir a otros instrumentos para poder adaptarlo.

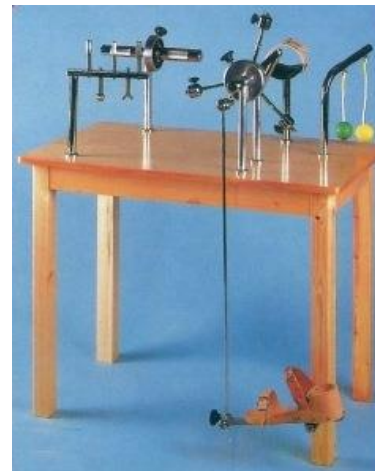


Figura 13: Mesa de manos y pies



Wobble de TheraBand y Rocker figura 14, son plataformas que ofrecen una superficie de estimulación sensorial que está diseñada para facilitar el entrenamiento de balance y propiocepción y las reacciones posturales automáticas, estas plataformas son usadas en el condicionamiento post rehabilitación. La plataforma rocker de superficie cuadrada ofrece un plano de estabilidad los cuales pueden ser útiles apoyar el balance articular del tobillo en dorsiflexión y plantiflexión, inversión y eversion, mientras que la plataforma wobble posibilita más planos para la misma acción de contribuir al balance articular y a la propiocepción, las piezas fabricadas por inyección y una superficies anti deslizantes.

DynaDisc figura 15, es una ayuda técnica para la rehabilitación enfocada en la propiocepción con una superficie estimulante, está fabricado en látex la cual funciona imprimiendo aire para que tenga mayor o menor estabilidad, su dimensión abarca el apoyo para dos pies.

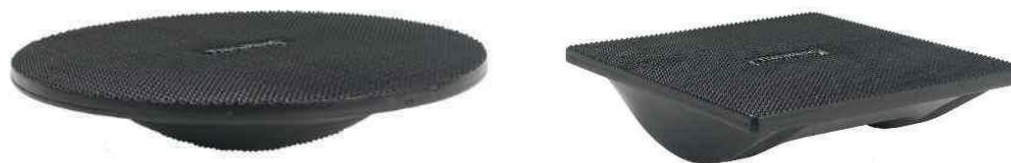


Figura 14: Wobble de TheraBand y Rocker



Figura 15: DynaDisc



4.2.3 Aplicaciones para dispositivos Móviles.

Para la rehabilitación de tobillos se han propuesto algunas ayudas técnicas para dispositivos móviles, dichas plataformas proporcionan información basada en rutinas de ejercicios para el fortalecimiento de las diferentes estructuras corporales, información de la fisiología, información relacionada con lesiones, también proporcionan hipervínculos a artículos relacionados con la rehabilitación. El uso aplicativo de estas apps debe ser supervisado por un profesional puesto que brinda información la cual debe ser evaluada según las necesidades del usuario, algunas tienen como destino un usuario especialista en el área de rehabilitación por sus contenidos que se relaciona con las acciones propias del perfil del profesional, como teste de evaluación; un factor que puede ser difícil de manejar en este tipo de ayudas es su vigencia, pues las aplicaciones son temporales y se eliminan de la red lo cual incurre en una falta de disponibilidad en un momento determinado por parte de los usuarios. Las apps de descarga gratuita consultadas fueron: Ankle physical therapy rehabilitation, Teste ortopedia, Search orthopedic, sport Injury Clinic, Reapp. Algunas capturas de pantalla de las aplicaciones.



Apps móviles

- RUTINAS DE EJERCICIOS fortalecimiento estructuras corporales
- INFORMACIÓN FISIOLÓGÍA
- HIPERVINCULOS Artículos relacionados con la REHABILITACIÓN

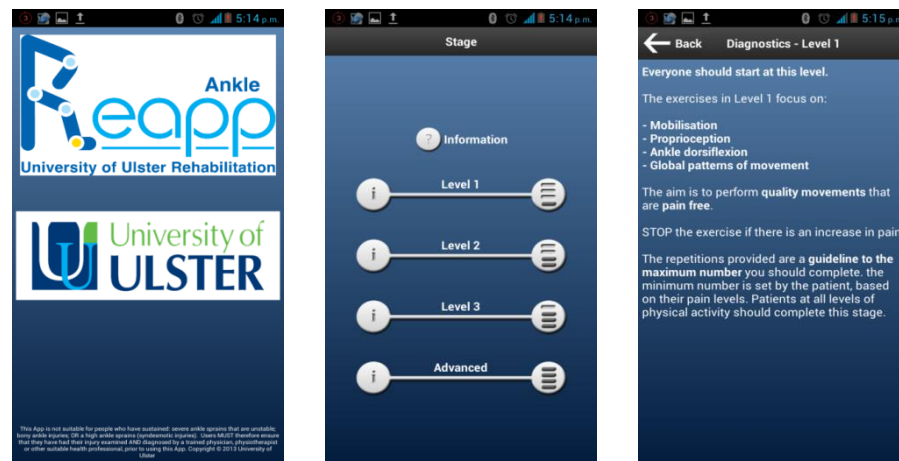


Figura 16 captura de pantalla aplicación Raapp.

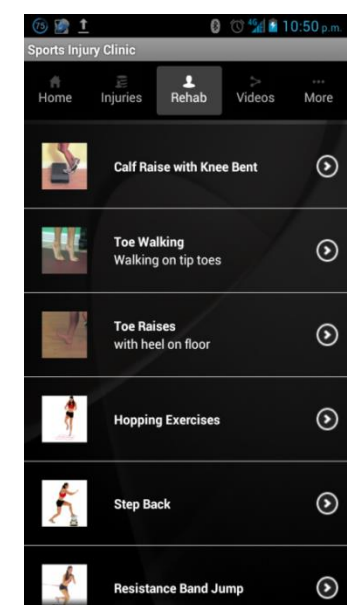
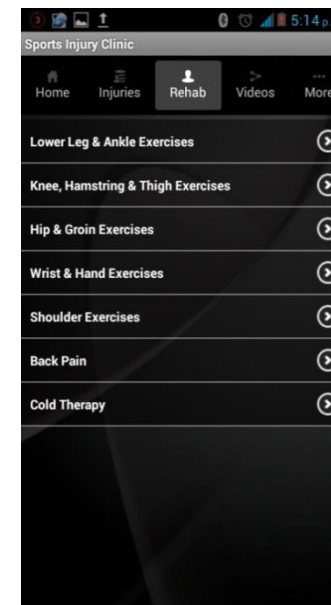
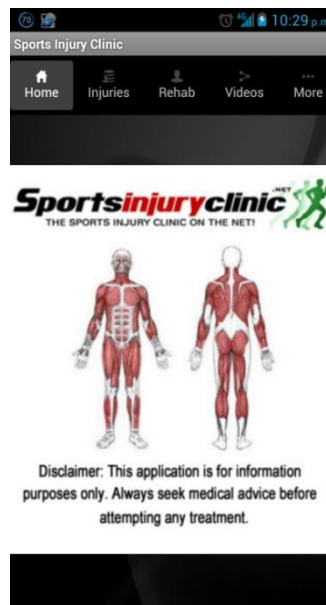


Figura 17 captura de pantalla aplicación Sports Injury Clinic.

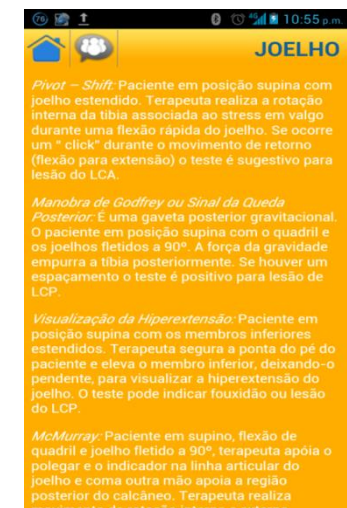
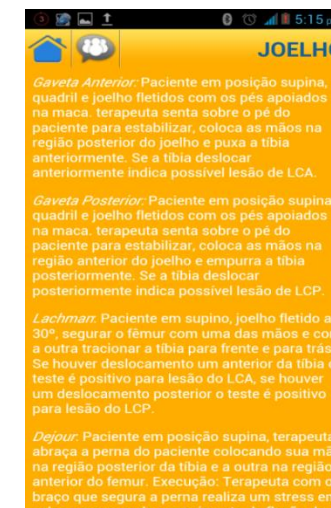
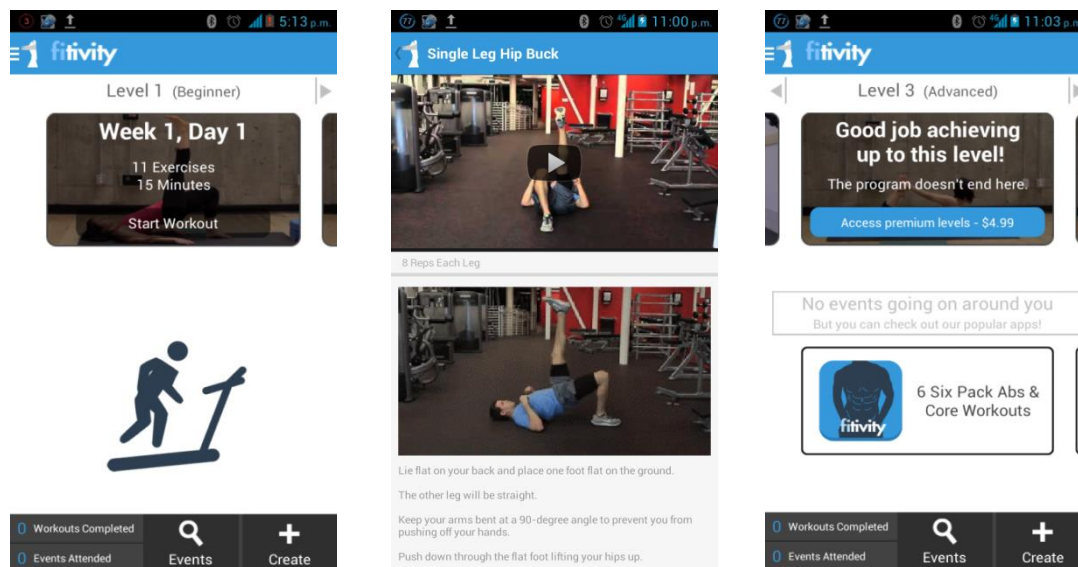


Figura: 18 captura de pantalla Teste ortopedia



Figura 19 captura de pantalla Ankle physical therapy rehabilitation





Fase I

Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos de base científica como BWS - Cochrane, OVID Medline, y PubMed, SCIELO, EBSCO con el fin de establecer el estado del arte de lo que se ha realizado frente a la rehabilitación articular de tobillo, en la media que se encontraron los artículos se realizó una categorización basada en los enfoques en que presentaban los artículos y en ese sentido se fue identificando paralelamente un enfoque de carácter médico o clínico y otro enfoque que respondía a la producción de ayudas técnicas. En la media que se avanzó se identificó también las formas para abordar la intervención en rehabilitación, fundamentalmente relacionada con los trastornos musculoesqueléticos.

Fase II

Uno de los aportes que brindo el estado del arte fue identificar que para realizar una intervención en rehabilitación es indispensable identificar una condición, la población y el tratamiento más adecuado, una vez teniendo esto más claro se prosiguió a ampliar la información en las bases de datos, datos técnicos relacionada con la problemática, además consultas con expertos en el área de la Escuela de Rehabilitación de la Universidad del Valle, Fisioterapeutas de diferentes Universidades y proseguir con trabajo de campo.

Fase III

Trabajo de campo se realizó en el Centro de Medicina Deportiva y Ciencias del Deporte, suscrito a INDERVALLE y el Servicio de Rehabilitación Humana de la Universidad del Valle, en donde reunían los factores requeridos para la intervención en la rehabilitación como la condición población y tratamiento por personal experto en el área, se realizaron entrevistas semiestructuradas que permitieron identificar los objetivos que contribuirían desarrollar el objetivo principal del proyecto, registro fotográfico y de video para recopilación de información relacionada con las ayudas existentes



en el contexto de la rehabilitación de los centros de asistencia, registro de audio en las entrevistas a los pacientes y personal encargado de la rehabilitación. Por último en esta fase se realizó un esquema que permitió identificar aspectos esenciales en la rehabilitación por esguince de tobillo el análisis respectivo a las entrevistas realizadas a los expertos.

Fase IV

Desarrollo de la propuesta, ésta se estructuró teniendo en cuenta el estado del arte principalmente, la construcción y desarrollo requerimientos y determinantes coadyuvada entre pacientes, personal en rehabilitación y bibliografía científica; producción de alternativas en el proceso de bocetación.

6.1. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó en colaboración de con el Centro de Medicina Deportiva y Ciencias del Deporte (CMDCCDID) del Instituto del Deporte, la Educación Física y la Recreación del Valle del Cauca (INDERVALLE), el Servicio de Rehabilitación Humana de la Universidad del Valle (SERH)

La selección de estos centros obedece a que se requería profesional especializado para un acompañamiento que permitiera enfocar acciones coherentes con el tipo de intervención, tal como se evidencio en la investigación la condición de lesión osteomuscular por esguince de tobillo ocurre frecuentemente en personas con práctica deportiva, estos centros de asistencia tienen



continuamente población y por tanto tienen experiencia en el tratamiento de rehabilitación, además que el trabajo está enfocado directamente con la etapa de rehabilitación/habilitación.

Una vez identificado los aspectos que relacionan la rehabilitación de tobillo, se hace uso de la herramienta de la entrevista semiestructurada la cual permite preguntas abiertas y recibir respuestas con mayor información por parte del especialista y paciente, que podría para complementar y abordar aspectos a tener en cuenta para la aplicarlos en la propuesta de intervención de la ayuda técnica, este recurso permite tener una análisis cualitativo.

Los entrevistados representan a los profesionales, estudiantes en práctica de últimos semestre de fisioterapia de la Universidad del Valle y a los pacientes con lesión de ligamentos grados I, II, III, de los centros de asistencia SERH y CMDCDID. Tres profesionales de CMDCDID, dos estudiantes, tres pacientes en rehabilitación de esguince de tobillo grado I, II y III.

En el transcurso de trabajo de campo se realizó registro fotográfico y de video para recopilación de información relacionada con las ayudas existentes en el contexto de la rehabilitación de los centros de asistencia, registro de audio en las entrevistas a los pacientes y personal encargado de la rehabilitación.

Además se presenta un esquema que propone identificar las fases de la rehabilitación articular de tobillo centrada en esguinces, las ayudas técnicas y su relación con la funcionalidad y su función dentro de la terapia. Por último se presenta el análisis y los resultados del proceso en el trabajo de campo.



6.1.1. Entrevistas

Las entrevistas forman parte de la estructura metodológica, permitieron identificar y resolver los objetivos específicos de este proyecto por medio de entrevistas semiestructuradas con objetivos claros para la resolución.

Entrevistas a Especialistas

Objetivos en las preguntas a especialistas:

- a) Identificar cual es el área con mayor relevancia en las intervenciones para el deterioro de la articulación de tobillo para realizar un tipo de intervención.
- b) identificar los parámetros o determinantes que caracterizan el área de intervención identificable con mayor relevancia que contribuye a la rehabilitación de tobillo.
- c) identificar causas por las cuales es posible que se afecte de manera negativa esa área del tratamiento funcional y posibles soluciones tanto funcionales como objetuales que contribuyan al tratamiento.
- d) identificar procedimientos técnicos de la terapia

Entrevistas a los Pacientes

Objetivos de preguntas:

- a) Identificar cómo se da la relación objeto, paciente y terapia
- b) reconocer factores personales frente a la terapia, la lesión.
- c) Reconocer la autogestión frente al tratamiento.



6.1.2. Ayudas técnicas contextuales utilizadas en el proceso de rehabilitación:

Inicialmente se presenta el registro fotográfico de las ayudas técnicas, seguido en el esquema 2 se presentan su función en las fases de la rehabilitación

Crioterapia y calor terapéutico.

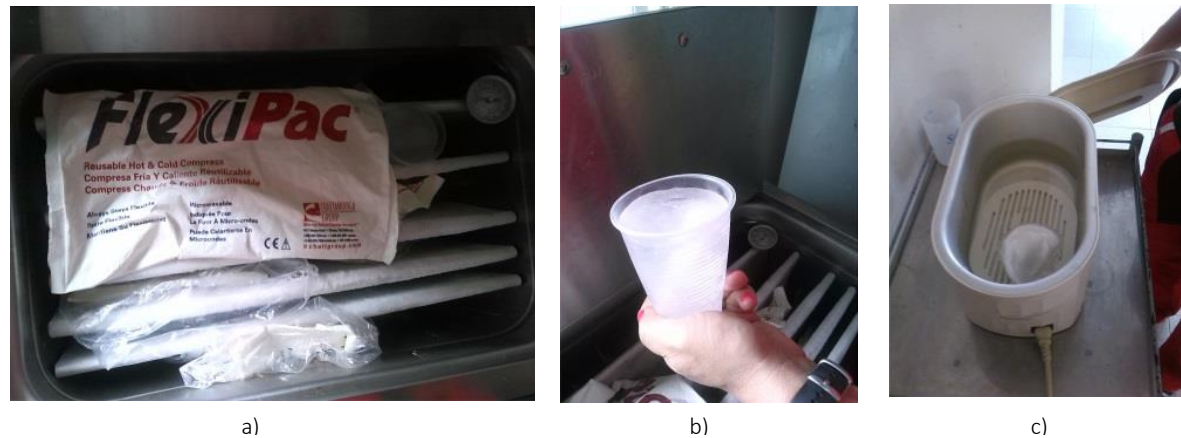


Figura: 20. Gel fría FlexiPac®, hielo, parafina liquida, Fuente: Autor.



Estimulación sensorial y propioceptiva.



a)

b)

c)

Figura 21. Superficies con diferentes texturas; a) liga, b) aserrín, c) lámina de metal.

Fuente: Autor.

Estimulación sensorial y propioceptiva.



a)

b)

c)

Figura 22. a) Balancín unidireccional y multidireccional, b) disco propioceptivo, c) plataformas inestables para Pilates Bosu.

Fuente: Autor



a)



b)

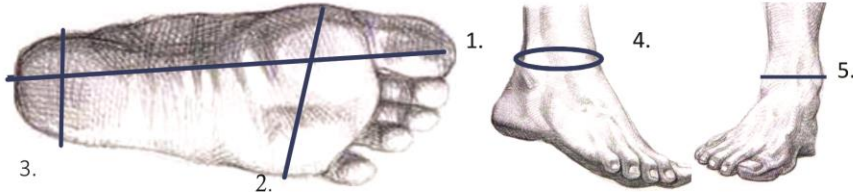
Figura 23. a) Equipo para remolino de agua, b) bandas elásticas de diferentes resistencias Thera Band®.

Fuente: Autor.



6.1.3. Esquema para la intervención en rehabilitación por esguince de tobillo.

Con el propósito del primer y el segundo objetivo específico se planteó este esquema para Identificar la fase del proceso de rehabilitación de tobillo por lesión osteomuscular en función de enfocar acciones de intervención que contribuyan a la recuperación funcional e Identificar las variables funcionales relacionadas con el del movimiento articular de tobillo que permitan la funcionalidad en el proceso de rehabilitación.

ESQUEMA PARA LA INTERVENCIÓN EN REHABILITACIÓN DE TOBILLO				
Condición: esguince de tobillo grado I y II		Población en su conjunto: Personas con prácticas deportivas, baloncesto, futbol, atletismo, voleibol, pertenecientes a INDERVALLE y UNIVALLE		Población en riesgo: personas con práctica deportiva de Baloncesto y Voleibol
Antecedente Presencia o no de lesión o enfermedad articular				
Medidas antropométricas del pie y tobillo				
	Percentil 75 Hombres *	Percentil 75 Mujeres *		
1. largo de pie	26.1	23.7		
2. ancho de pie	10.3	9.3		
3. anchura del talón	7.1	6.5		
4. perímetro tobillo	22.8	21.7		
5. anchura tobillo	7.6	6.7		
6. masa corporal	76.8	65.3		
Tratamiento: incorporar principios básicos para maximizar el éxito del tratamiento, minimizar el fracaso de rehabilitación y prevenir una lesión mayor			restauración sin dolor del rango de movimiento realizar lo posible para recuperar la función anterior a la lesión	
			• 1 reducción de signos de dolor e inflamación • 2 Rango de movimiento • 3 Resistencia • 4 Fuerza • 5 Prevención de la inestabilidad crónica (propiocepción)	
Tipos de movilización según las necesidades de la persona. La movilidad articular es determinante en la rehabilitación.		Pasiva: el terapeuta es quien moviliza las estructuras sin el esfuerzo del individuo u coadyuvado por una unidad de movimiento pasivo continuo.2		Asistida: una modalidad intermedia en la cual se combinan el esfuerzo del individuo y el terapeuta
				Activa: es cuando el individuo realiza todo el esfuerzo en los ejercicios1

* se utilizó el percentil 75 para abarcar mayor población . fuente (Leal, 2008). (Jairo Estrada M., 1998)

* se utilizó el percentil 75 para abarcar mayor población , fuente (Leal, 2008), (Jairo Estrada M., 1998)

Esquema 2, Esquema para la intervención en rehabilitación de tobillo. Fuente: Autor



Tratamiento funcional fase 1							
Descripción de la fase: Está enfocada en limitar la inflamación, reducir el dolor y proteger de nuevas lesiones			Objetivo: Mantener y restaurar el rango de movimiento		Protocolo: Cero a cuarenta y ocho horas • Crioterapia cada dos horas. (medios físicos para aplicar frío) • Reposo con elevación de la pierna. Descarga de la extremidad. • Vendaje compresivo. • Vendaje funcional. • Protección.		
Acción en el protocolo	Requerimiento funcional	Instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
Crioterapia (Medios fríos)	Reducción de los primeros signos inflamación, dolor.	Gel frío FlexiPac®	Contenedor en poliéster o polímero de Gel tipo criogénica la cual mantiene temporalmente su temperatura al exponerla al frío.	Reducción del dolor, reducción de la inflamación	Se coloca a enfriar en una nevera para lograr que tenga la temperatura adecuada. Se coloca alrededor de la zona del tobillo durante 10 minutos, generalmente se utiliza en el centro de asistencia	Tiene mayor efectividad en la desinflamación de la región afectada Bajos costos	Los instrumentos de mediano tamaño tienden a perder rápidamente la temperatura. Su uso solo se realiza dentro del centro de asistencia. Se requiere utilizar un aislante como una toalla para que el paciente pueda resistir el contacto con este tipo de instrumento. Las recomendaciones fuera del centro, se limitan en cuanto a poder realizar en periodos de cada dos horas dependiendo de las actividades del paciente.
		Masaje con hielo	Agua congelada con forma según el recipiente	Reducción de inflamación.	Aplicación directa del hielo durante 10 min	Efectividad en la reducción de la inflamación Costos bajos	La aplicación se realiza sosteniendo el hielo directamente con los dedos haciendo círculos alrededor de la zona inflamada. También se usa algún contenedor como una bolsa o taño para dejar que el frío actúe El hielo se derrite rápidamente y el agua que destila moja todo alrededor. Lo cual resultar incómodo paciente



Continuación esquema 2, fase 1 del tratamiento funcional. Fuente: Autor

Acción en el protocolo	Requerimiento funcional	Instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
Calor terapéutico	Dolor, interviene en los receptores nerviosos que transmiten el dolor al cerebro.	Tens	Electrodos que actúan como ventosas que se sujetan a la piel transmitiendo micro corriente para la estimulación epidérmica y zonas más profundas.	Reducción de la dolor	La transmisión de corriente se incrementa o se disminuye según la resistencia del paciente y según la valoración del especialista.	Tiene una respuesta positiva en reducir el dolor dado que actúa en la estimulación directa de la zona afectada.	Los costos del instrumento pueden representar una desventaja para trabajar en A nivel de manipulación, el material con que se adhiere a la piel es pegajoso y permanece con residuos del entorno lo cual involucra una falta de higiene; por consiguiente representa un factor de riesgo biológico si tiene contacto con alguna herida muy común en las lesiones posquirúrgicas.
	Reducción de la inflamación	Ultrasonido		Reduce la inflamación a través de ondas para mayor profundidad en el tratamiento terapéutico	Primero se aplica gel y se realiza masajes alrededor de la articulación donde está inflamado.	Mejora los signos de inflamación	Este instrumento tiene un costo elevado en relación con los requerimientos funcionales de la lesión por esguince, es decir que se invertiría mucho dinero para aliviar un dolor que se puede tratar de otras formas y que es de corta duración.
Protección	Reducción de	Aircast	Rígidas, tienen la apariencia de un exoesqueleto en forma de bota. Semirrígidas se adhieren más a la piel porque están fabricadas con distintos materiales uno de ellos el neopreno	Las rígidas permiten una estabilidad para reducir la movilidad de la articulación protegiendo el ligamento de un exceso en la extensión. Las semirrígidas tienen la de estabilizar la articulación pero permiten mayor movilidad	Rígidas tienen la forma de bota y se ajusta con bandas con velcro. Las semirrígidas algunas son como un calcetín abierto en los extremos para poder ubicarlo, se ajustan también con velcro	Estabilizan la articulación	en rígidas tienen una apariencia aparatosa y sus costos son elevados Semirrígidas la compresión produce una inflamación adicional en las zonas que no abarca, lo cual genera incomodidad al usuario.



Continuación esquema 2, fase 1 del tratamiento funcional. Fuente: Autor

Acción en el protocolo	Requerimiento funcional	Instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
Protección	Estabilización funcional y protección.	Vendaje con esparadrapo	Banda de hilos de algodón con súper adhesivo	Estabilizar la articulación y reducir la movilidad excesiva	Se adhiere a la articulación de forma funcional por parte del especialista. Generando una especie de botín muy resistente	Genera cierta estabilidad	Genera en el paciente una sensación de estabilidad mientras la usa y si no la tiene le genera inseguridad en el gesto deportivo, crea una dependencia del vendaje funcional para la realización de las actividades, eso genera además pérdida de la propiocepción. Al generar una dependencia de este vendaje funcional se convierte en un problema puesto que este recurso es costoso y se requiere de una buena cantidad para realizar el vendaje funcional En personas con vello puede resultar incómodo dado que el pegante es muy fuerte y desprende el vello causando dolor, los residuos del pegante es difícil de retirar.



Tratamiento funcional fase 2							
Descripción de la fase: rehabilitación del movimiento, fuerza y propiocepción del movimiento			Objetivo: Eliminar el dolor, incrementar el balance articular sin dolor, limitar la pérdida de fuerza muscular y continuar disminuyéndolos signos inflamatorios.		2 a 10 días: • Si el edema es importante, continuamos con el hielo • Inicio de carga parcial con dos bastones ingleses. Retirada progresiva según dolor • Vendaje funcional (<i>tape</i> o vendaje elástico) • Iniciar ejercicios activoasistidos de flexoextensión de tobillo • Iniciar potenciación de tibial anterior y peroneos • Propiocepción en descarga • Realizaremos tratamiento a diario, cambiando el <i>tape</i> o vendaje elástico a días alternos.		
Algunos autores dividen la fase 2 en una primera donde sólo se realiza la recuperación del balance articular y la potenciación muscular, y una segunda en la que progresaría con ejercicios de propiocepción.							
El momento para pasar de la fase 2A a la 2B es cuando la resistencia y el número de repeticiones realizadas con el tobillo lesionado es el mismo que con el contralateral.							
Propiedades funcionales de los Ayudas técnicas							
Accione en el protocolo	Requerimiento funcional	instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
Recuperación de fuerza y rango de movimiento.	Movilizar la articulación para evitar la espasticidad o rigidez de la articulación	Tera band ®	Es una banda de aproximadamente 10 cm de ancho y diferentes longitudes, tienen diferentes colores y cada uno define una resistencia	Fortalecimiento de la articulación en cuanto a la fuerza de los grupos musculares implicados, reducir la espasticidad, trabajo de balance muscular y articular	Los ejercicios son asistidos por el especialista, se traducen básicamente a realizar tensión en el sentido opuesto del movimiento	La versatilidad para adaptarse a múltiples ejercicios propuesto por el especialista, otorga diferentes resistencias para las necesidades de trabajo según la capacidad funcional del usuario.	Solo el especialista sabe cuál es la resistencia adecuada para su uso y los ejercicios a realizar, las bandas más débiles se rompen con facilidad
		Vendaje con esparadrapo **					



Continuación esquema 2, fase 2 del tratamiento funcional. Fuente: Autor

Acción en el protocolo	Requerimiento funcional	Instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
Movilización (activo asistida y activa)	Que hayan desaparecido los síntomas de dolor e inflamación	Base semiestable	Plataforma o superficie rectangular o circular, con un eje en la parte inferior que sirve de pivote, los materiales varían según el fabricante pero usualmente son en madera	Activar el sistema propioceptivo y paralelamente se realizan trabajos de fuerza en grupos musculares	Ubicarse en posición unipodal y bipodal sobre la plataforma	El trabajo propioceptivo es uno de los que se hace énfasis en el tratamiento de rehabilitación articular.	Son plataformas de gran tamaño y pesadas Se requiere de dos unidades para realizar el trabajo complementario con la base inestable en los distintos niveles de necesidad en la rehabilitación.
		Base inestable	Plataforma generalmente circular para espacio para apoyar los dos pies con un pivote de media esfera en la cara inferior				
	Tolerancia a la movilidad articular	Movilización articular por el paciente	Movimientos circulares y de dorsi y plantiflexión	Recuperar rango de movimiento, irrigar la articulación y mejorar la cicatrización del ligamento.	Movimiento activo		Recuperar rango de movimiento, irrigar la articulación y mejorar la cicatrización del ligamento.



Continuación esquema 2, fase 2 del tratamiento funcional. Fuente: Autor

Tratamiento funcional fase 3							
Descripción de la fase: Incluye ejercicios y reentrenamiento de habilidades específicas del deporte que practicaba previo al retorno completo a la actividad.		Objetivo: Conseguir un balance articular sin dolor y aumentar la fuerza muscular y la propiocepción.			Protocolo: 10 a 15 días: - Retirada del <i>tape</i> o vendaje elástico - Comenzar bicicleta estática 10 min - Valorar ultrasonidos según dolor - Ejercicios de potenciación de peroneos y tibial anterior con ejercicios isométricos, resistencia manual o gomas elásticas - Propioceptivos en descarga - Andar de puntillas y talones - Estiramientos de tríceps y sóleo 15 a 21 días: - Propiocepción bipodal y progresión a unipodal - Continuar con la potenciación de peroneos y tibial anterior - Saltos en colchoneta - Bicicleta estática		
Propiedades funcionales de los Ayudas técnicas							
Accione en el protocolo	Requerimiento funcional	instrumento	Características formales	Objetivo Funcional	Uso	Observaciones	
						Ventajas	Desventajas
		Vendaje funcional **					
		Thera band **					
		Base inestables **					
Esta última fase se centra en el trabajo propioceptivo en función del entrenamiento del gesto técnico en el caso de los deportistas.							
Esquema 2: el autor , ** componentes ya descritos anterior mente							



6.1.4. Análisis y Resultados en el trabajo de campo

- Por parte de los especialistas, coinciden en afirmar que cada una de las tres fases de la rehabilitación musculo esquelética es importante, en la medida que el trabajo profesional de ellos debe cumplir con cada una de ellas (Solano, 2014); sin embargo resulta una inclinación frente al fortalecimiento del trabajo propioceptivo en la segunda fase. Este trabajo puede contribuir al trabajo de fortalecimiento de la fuerza en los músculos, estimulación propioceptiva, al tiempo que se realiza trabajo preventivo para evitar una nueva posible lesión (Hurtado J. , 2014) (Jaramillo, 2014).
- Se hace relación también a la primera fase en el tratamiento de la inflamación y control del dolor, cuando estos son difíciles de controlar porque puede propiciar una recidiva que afecta la cicatrización del ligamento, sin embargo la fase dos del tratamiento funcional trae más beneficios en términos de funcionamiento, ganancia de rango de movimiento articular, e iniciar progresivamente trabajo propioceptivo para la iniciación de la siguiente fase en el entrenamiento del gesto técnico en deportistas (Moreno, 2014) (Solano, 2014).
- Para el tratamiento de propiocepción debe realizarse de forma progresiva según el avance del paciente en su lesión, este tratamiento requiere que se realice en tres apoyos (estable, semi-inestables e inestables; las actividades de propioceptivas estables están descritas en la primera fase del tratamiento donde se busca cierto grado de movilidad y de apoyo en descarga, se requiere de una herramienta para los apoyos que generan una superficie semi-inestable e inestable que brinde respectivamente un apoyo unidireccional y multidireccional (Moreno, 2014). Esto obedece a que el entrenamiento propioceptivo debe ser progresivo paulatinamente de estático a dinámico es decir de trabajo bipodal a nomopodal.



- Un problema que se presenta en la rehabilitación según los especialistas tiene que ver con la continuidad del tratamiento (Nora, 2014) (Moreno, 2014), y lo atribuyen a factores socioeconómicos como el desplazamiento al lugar de rehabilitación relacionado con el transporte y los permisos laborales, también la disponibilidad de tiempo para la asistencia relacionada con la tardanza desde el hogar, el trabajo, lugar de estudio al lugar de rehabilitación, y además los costos que puede involucrar en la asistencia (Marcela, 2014).
- Un factor en el que son muy enfáticos que afecta la rehabilitación tiene que ver con la actitud del paciente y es el abandono del tratamiento por la desaparición de la sintomatología (Moreno, 2014) (Solano, 2014), pues estos síntomas pueden desaparecer alrededor de las primera semana, lo cual es asumido por el paciente como que ya no tiene ningún problema y que ya se encuentra bien, dando continuidad a sus actividades habituales; ésta situación compromete el proceso de rehabilitación puesto que incrementa las posibilidades de reincidencia de la lesión, más aun en deportistas y generando así la presencia de inestabilidad crónica en la articulación.
- Uno de los factores importantes a trabajar con el paciente tiene que ver con la educación, la autogestión, se considera que él es la principal herramienta de la rehabilitación (Solano, 2014) y en ese sentido el progreso funcional depende de su actitud frente al tratamiento. En cuanto a educación se refieren a que el paciente debe entender cuál es el proceso de rehabilitación adecuado en ese sentido que el paciente en primer lugar identifique cual es la causa de la lesión (qué actividad realizo para que se produjera), en segundo lugar el procedimiento a seguir en el caso de lesión por esguinces las fases del tratamiento funcional. una información adecuada produce una adherencia al tratamiento.
- la falta continuidad del tratamiento es un factor importante que afecta a la rehabilitación, una de las medidas para abordar esta situación está relacionada con brindar una ayuda técnica que funciones tanto en el espacio de la rehabilitación como por fuera de él, es decir en espacio del hogar, trabajo o



cualquier otro; en ese sentido debe cumplir con características formales y funcionales que correspondan al tratamiento de la rehabilitación.

- La rehabilitación de la articulación de tobillo prevalece el trabajo funcional propioceptivo tanto dentro del proceso de rehabilitación como por fuera de él en personas con inestabilidad crónica es decir que se continúe realizando fortalecimiento de la articulación paralelo a las actividades habituales o en el caso de deportistas reforzar el entrenamiento de los gestos técnicos de su práctica deportiva, este aspecto considera importante la posibilidad de generar una propuesta que sea personal y cumpla características formales y funcionales para ser utilizado en cualquier espacio adecuado para complementar la rehabilitación.

DETERMINANTES



Involucrar movilidad activa de la articulación

(Plano unidireccional de movimiento flexión plantar y dorsiflexión.)

Mantenimiento de la postura y el equilibrio con o sin apoyo visual

(De manera progresiva según el avance de la lesión y la tolerancia del usuario.)

6.1. Determinantes y requerimientos.

Determinantes

Los determinantes para la propuesta de diseño que busca contribuir al para la rehabilitación articular de tobillo, con antecédete de esguince grado I y II debes involucrar movilidad activa de la articulación en plano unidireccional del movimiento flexión plantar y dorsiflexión, mantenimiento del equilibrio y la postura con y sin apoyo visual de forma progresiva, paulatinamente se debe progresar desde actividades de equilibrio estático a dinámico. Es decir que en las actividades se debe progresar de apoyo bipodal a unipodal en superficie estable a inestable; De esta manera se contribuye a la fase dos del tratamiento funcional que involucra incrementar el balance articular, limitar la perdida de la fuerza muscular y propiocepción del movimiento.



dimensiones
antropométricas



Seguridad



Movilidad



Dimensional



Posición



Estimulación



Económicas

Requerimientos

Uso

- *Dimensiones antropométricas:* medidas antropométricas del largo, ancho del pie, ancho del talón correspondiente a la población colombiana.
- *Seguridad:* no debe presentar riesgo físico. (asistencia de profesional especialista en salud o entrenamiento deportivo) para evitar una lesión que comprometa aún más ligamentos
- *Movilidad:* la propuesta debe permitir movimientos unidireccional y multidireccional que permitan que contribuyan a la realización rangos articulares
- *Dimensional:* la propuesta del sistema debe tener unas dimensiones que consideren ser transportados y almacenados con facilidad por parte del usuario. Con la posibilidad de dar continuidad con el tratamiento por fuera del lugar de asistencia de rehabilitación.

Función

- *Comunicación:* debe proporcionar información relacionada con características funcionales de la ayuda técnica e información relacionada con el tipo de deficiencia que está destinada a rehabilitar.
- *Estimulación:* un estímulo visual para coadyuvar el control del equilibrio y la postura en las actividades de equilibrio.
- *Posición:* unipodal y bipodal de la extremidades de miembro inferior.

Económicos

- *Costo:* medio – económico.
- *Fabricación:* los procesos industriales de fabricación deben corresponder a la industria local nacional y costos moderados.

6.3. Propuesta conceptual.

Al iniciar una revisión de lo que se ha realizado frente a la rehabilitación articular de tobillo la cual fue involucrando los trastornos musculoesqueléticos asociados con lesión de ligamentos que consideran una afectación en la funcionalidad de la articulación, con reincidencia a causar mayor grado de severidad de la lesión, además reconociendo que es una de las lesiones más comunes y frecuentes que afecta a esta articulación alterando de manera directa las actividades deportivas como el rendimiento, la practica misma y generando una posible consecuencia de deficiencia crónica; el proyecto esta encamino hacia la búsqueda de una propuesta de intervención que contribuyera a la rehabilitación funcional de la capacidad física del movimiento articular, a través de una propuesta de diseño, que apoyara el proceso de rehabilitación y generando acciones de prevención de lesión de tobillo en personas con prácticas deportivas.

En ese sentido la propuesta se presenta como un sistema de objetos, con el objetivo contribuir de forma progresiva al movimiento articular, movimiento propioceptivo tomando como base el tratamiento funcional en la rehabilitación.

La propuesta de diseño busca además la posibilidad de dar continuidad al tratamiento de rehabilitación, en respuesta a que se presenta una falta de secuencia en él las fases de la rehabilitación.

6.5. Desarrollo de la propuesta.

Una vez identificado el enfoque en la fase de rehabilitación de lesión, los determinantes y requerimientos para la propuesta se prosiguieron con la producción de ideas y bocetos para ir materializando la propuesta de ayuda técnica.



Figura 24 desarrollo de bocetos, fuente: autor



7.5. Descripción de la propuesta

RT-PROG es una propuesta de intervención que surge en respuesta para contribuir a la rehabilitación funcional de tobillo con deficiencias de origen periférico y/o musculoesquelético, enfocada principalmente en lesión de esguince grado I, II y que busca desde el proceso de rehabilitación apoyar el tratamiento en la segunda fase donde se involucra la movilidad progresiva de la articulación, el movimiento propioceptivo, balance articular, limitar la pérdida de fuerza muscular y con la posibilidad de perder involucrar trabajo propioceptivo para trabajar en función hacer prevención de inestabilidad articular en personas con práctica deportiva principalmente.



Figura 25. Logo del producto, fuente: Autor

Correspondientemente la propuesta de diseño tiene como función principal contribuir a la rehabilitación funcional a través de un sistema de objetos que brinda varias posibilidades de movilidad articular que se ajustan a la progresión funcional del deportista, en relación a su ganancia de rango de movimiento articular y a la capacidad para realizar movimiento propioceptivo en posición unipodal y bipodal utilizando planos de movimiento multidireccional y unidireccional en distintos niveles de movilidad, para estimular un mayor control del equilibrio, la movilidad de la articulación a través del seguimiento de patrones de movimiento cuanta con un apoyo visual de luz láser.



Vista general de RT- PROG



Figura 26, vista general de RT-PROG, fuente: Autor



6.6. Componentes del sistema

RT- PROG está compuesto por dos elementos principales para cada pie y cada uno de ellos por trece componentes que lo integran:

- Una base de soporte para el pie [1].
- Dos Unidades de movimiento (piezas bi-funcionales intercambiables A y B). [2] y [3].
- Un sujetador principal, [4].
- Dos bandas elásticas sujetadoras secundarias. [5] y [6].
- Cuatro accesorios de las bandas elásticas para la sujeción al pie del usuario, dos piezas por cada banda; sujetador de banda [7] y sujetador secundario con gancho [8].
- Un láser [9]
- Una plataforma de estabilización y altura [10].

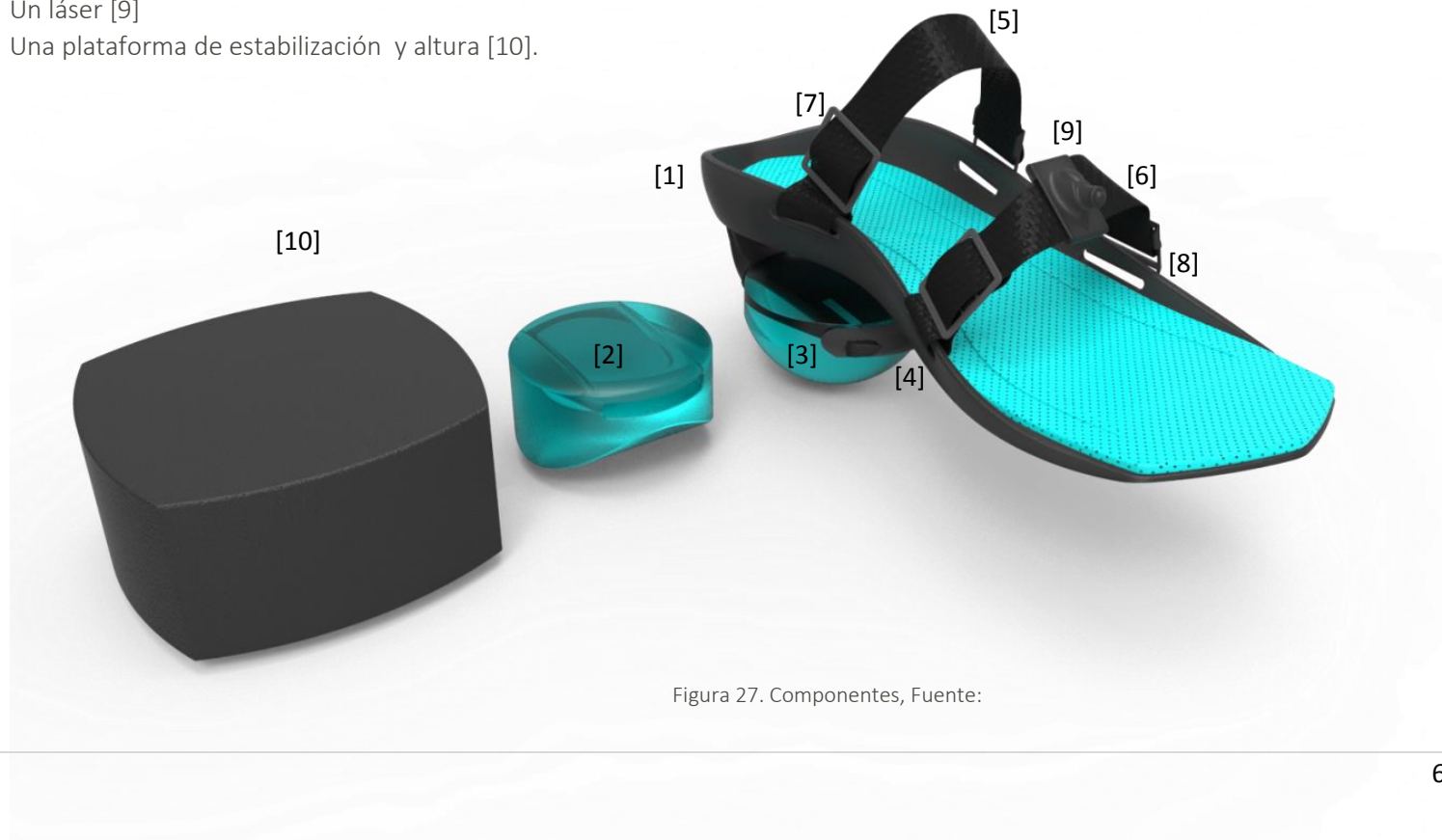


Figura 27. Componentes, Fuente:

Pieza bi-funcional intercambiable "A"

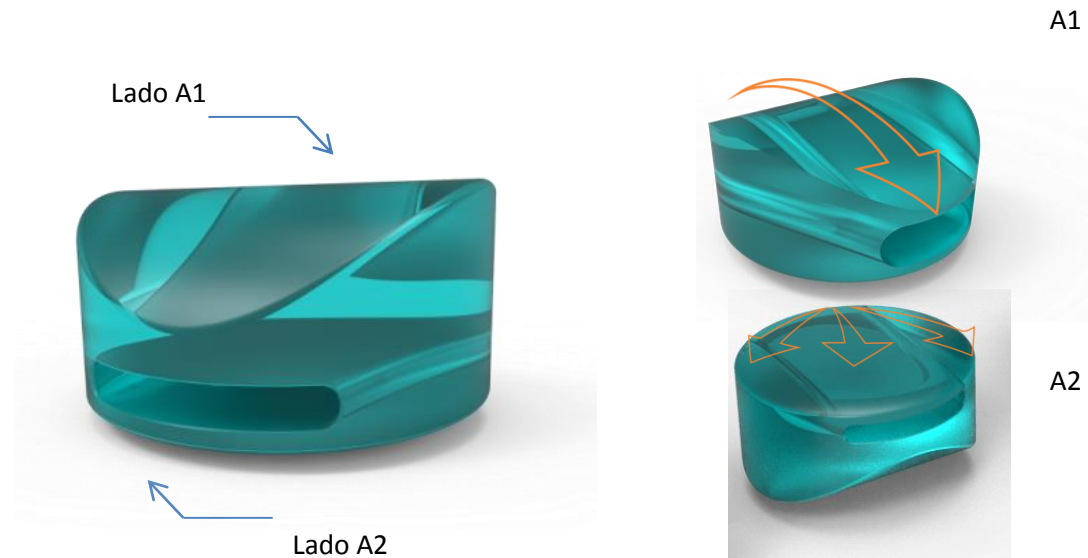


Figura 28. Pieza bi-funcional A, Fuente: Autor

Característica: esta pieza tiene dos superficies de contacto lado A1 y lado A2 las cuales la hacen bi-funcional por que brindan movilidad en un plano unidireccional y multidireccional según la capacidad y el progreso funcional de la articulación, la superficie A1 proporciona una movilidad unidireccional para realizar movimientos de flexión dorsal y extensión plantar, la superficie de contacto contraria A2 tiene forma de cúpula elíptica con una altura mínima para realizar movimientos leves en diferentes planos de la articulación.

Esta pieza de tronco cilíndrico tiene una perforación de ranura recta por la cual se inserta a la base para soporte del pie, en sus caras laterales tiene dos sustracciones que indican su manipulación, para la realización de los movimientos se retira y gira la pieza.

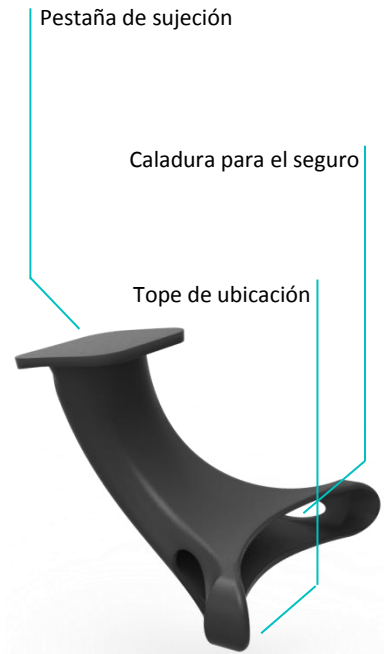


Figura 30: sujeción principal,
Fuente: Autor

Pieza bi-funcional intercambiable “B”

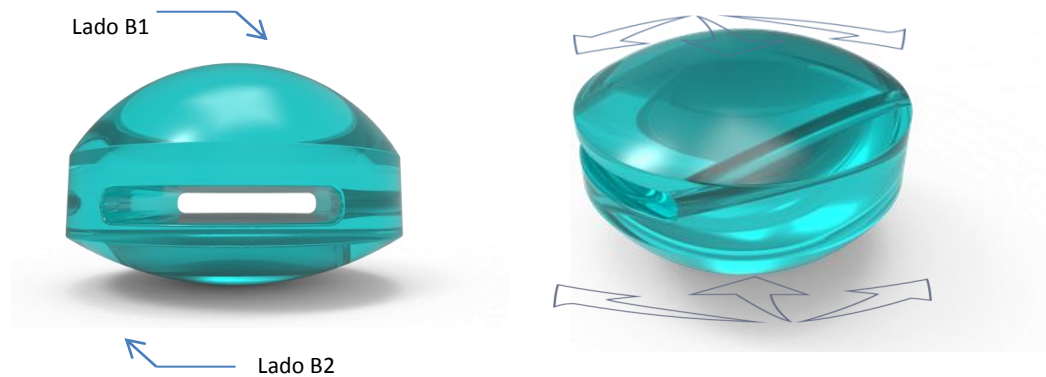


Figura 29: pieza bi-funcional B, Fuente: Autor

Característica: pieza bi-funcional con cuerpo de cúpula, también posee dos superficies de contacto B1 y B2 las cuales brindan mayor movilidad en múltiples planos, las alturas de cada cúpula difieren para brindar mayor movilidad a la articulación en los diferentes planos en función de la movilidad requerida en el tratamiento y según la capacidad del usuario. La pieza está ubicada perpendicular al eje de rotación de la articulación, al igual que su homóloga tiene sustracciones para su manipulación y tienen un acabado adherente proporcionado por el materia utilizado (poliamida) para brindar un mejor agarre a la superficie del suelo.

Sujeción principal

Características: esta pieza tiene dos funciones, una sujetar la pieza bi-funcional A o B a la base de soporte para pie por medio de un mecanismo de acción que permite presionar dos puntos de contacto que funcionan como hebra y macho permitiendo una salida fácil; la otra función es brindar un punto de soporte estructural la base a la que se engancha a través de otro punto de contacto ubicado en el otro extremo de la misma pieza.

Base de soporte para pie

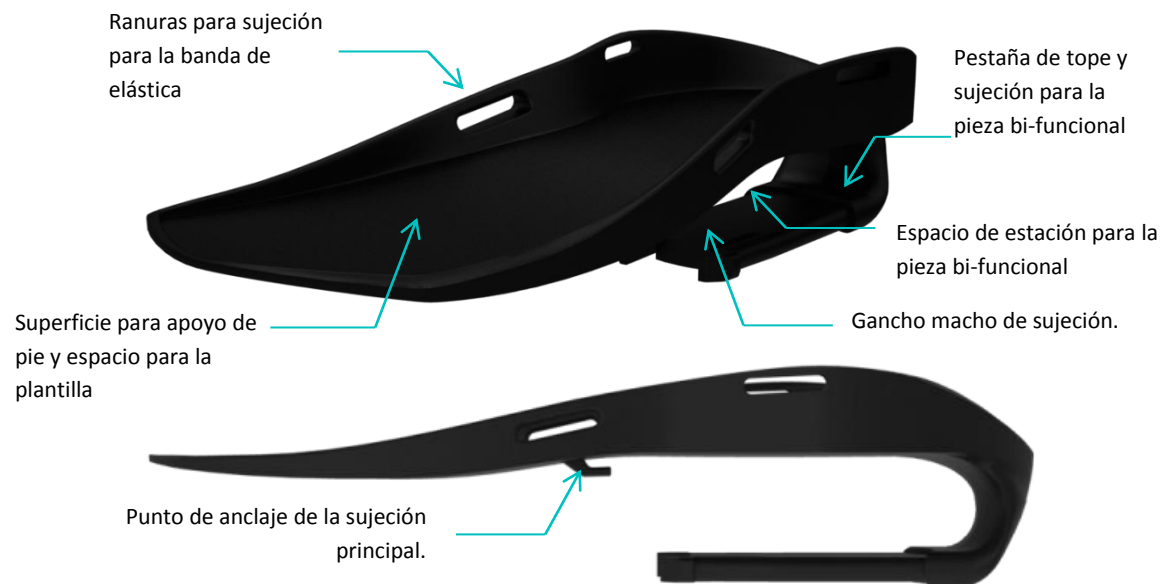


Figura 31: base de soporte para pie Fuente: Autor

Característica: como su nombre lo indica, esta pieza da soporte al pie del usuario y es la estructura de mayor dimensión tiene las dimensiones del percentil setenta y cinco de la población colombiana para abarcar la mayor población, está construida con líneas dinámicas que inician en la parte de adelante del RT- PROG y rematan en la superficie de la pieza bi-funcional proporcionando su tope máximo, esta base se inserta con la pieza bi-funcional a través de la perforación con forma de ranura recta para hacer contacto con la sujeción principal por medio del mecanismo de sujeción.

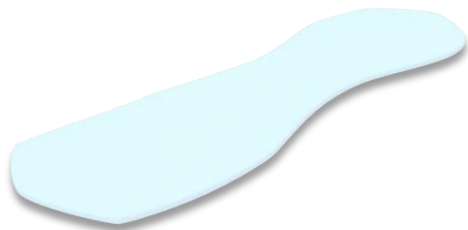


Figura 32: plantilla, Fuente: Autor

Plantilla.

Característica: tiene como función proporcionar comodidad al usuario, la pieza está adherida a la base de soporte para pie, su contorno delinea la forma en la que se encuentra inscrita.

Bandas elásticas de sujeción

Característica: son dos bandas elásticas con medidas de dos centímetros de ancho por veintitrés de largo, tiene como función realizar la sujeción de la base del pie del RT-SPROP al pie del usuario.



Figura 33: bandas, Fuente:

Sujetador secundario con gancho

Característica: es una pieza simple que permite enganchar la correa sujetadora a la base de soporte para pie del RT-PROG de manera fácil y rápida de uso comercial.

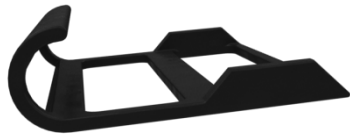


Figura 34: gancho, Fuente:

Sujetador de correa

Características: es una pieza genérica simple que tiene como función sujetar la banda elástica a la base de soporte para pie de RT- PROG



Figura 35: accesorio banda, Fuente: Autor

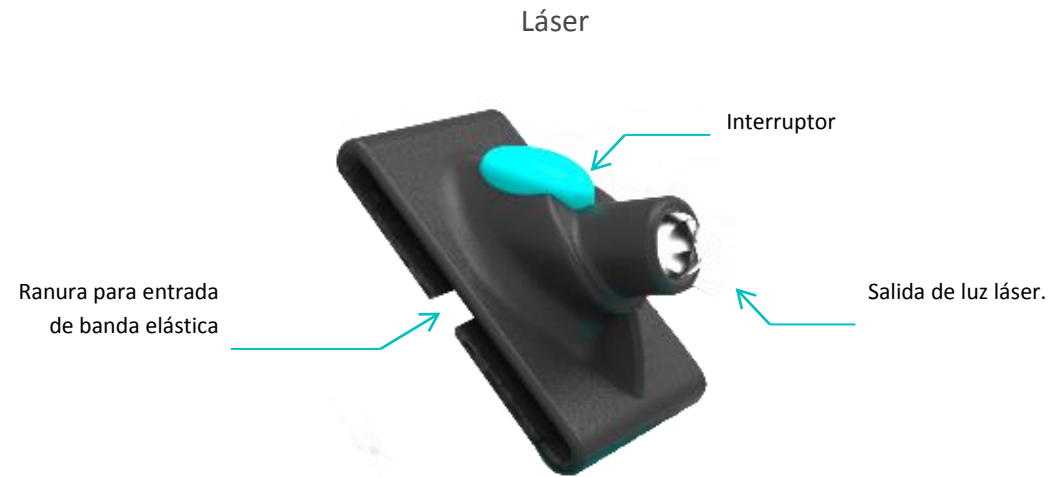


Figura 36: Laser, Fuente: Autor

Características: su principal función está dirigida principalmente a tener un estímulo visual, permite promover patrones de movimientos de dorsiflexión, extensión plantar, circundante, inversión, eversión, y establece un punto fijo para estimular el control postural cuando se está en posición unipodal o bípeda sobre RT-PROG.

Los patrones de movimiento a realizar



Imagen 37. a) Dorsiflexión y extensión plantar, b) inversión y eversión, c) movimiento de circundación, d) punto fijo para equilibrio, fuente: Autor



Figura 38: plataforma, Fuente: autor

Plataforma de estabilización y apoyo

Característica: es un base semi-cuadrada en policloruro de vinilo expandido de alta densidad formada a partir de paneles que forman una plataforma con medidas: largo 9 cm, ancho 9 cm y espesor 4.1 cm para dar estabilidad en la parte frontal en el antepié y sirve como plataforma para colocarlo bajo la base de la pieza bi-funcional para tener mayor rango de movilidad en flexión dorsal.



Rangos de movimiento

LADO
A1

POSICIÓN
0°
NEUTRA



ROM
30°
FLEXIÓN
DORSAL



ROM
20°
FLEXIÓN
PLANTAR



ROM
50°
FLEXIÓN
PLANTAR



ROM NORMALES
ASOCIACION PARA EL ESTUDIO DE LAS OSTEOSÍNTESIS
AAOS ACADEMIA AMERICANA DE CIRUJANOS ORTOPEDICOS.
GONIOMETRÍA CLAUDIO. H. TABOADELA





Rangos de movimiento

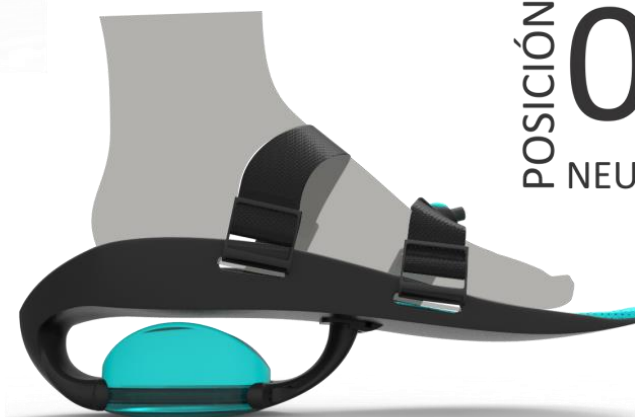
ROM **10°**
FLEXIÓN
DORSAL



ROM **15°**
FLEXIÓN
PLANTAR



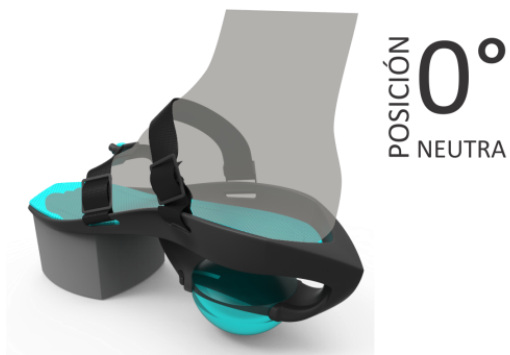
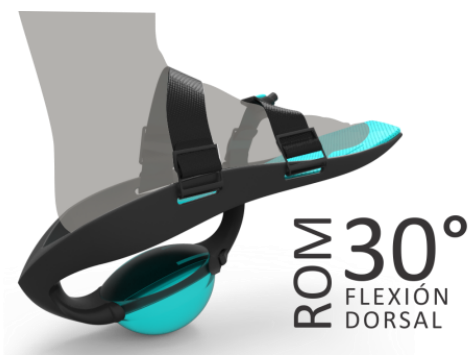
POSICIÓN **0°**
NEUTRA



LADO
A²



Rangos de movimiento



LADO B¹





Rangos de movimiento

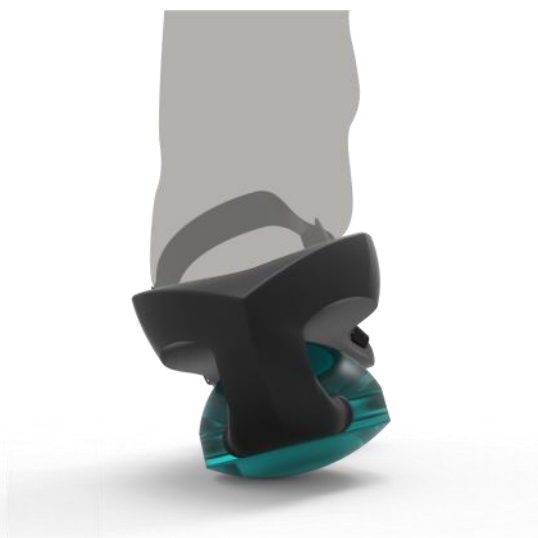
LADO **B²**



POSICIÓN **0°**
NEUTRA



ROM **20°**
INVERSIÓN



ROM **20°**
EVERSIÓN

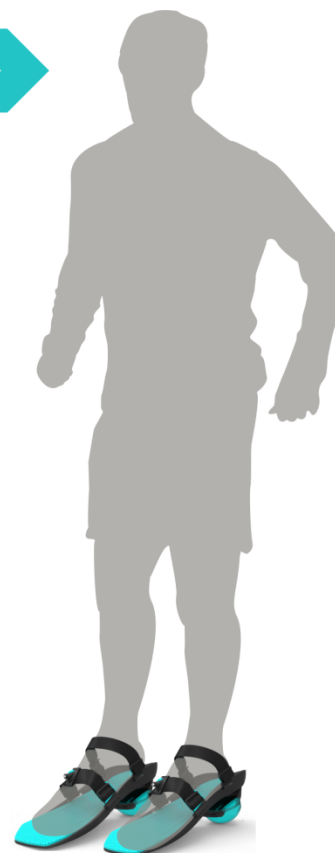


Rangos de movimiento

SEDENTE



BIPODAL



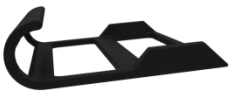
UNIPODAL





Especificaciones técnicas de RT-PROG:

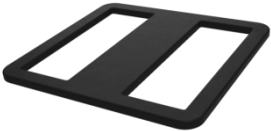
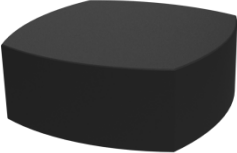
FIGA TÉCNICA RT-SPROP						
	IMAGEN	# P	FUNCIÓN	MATERIAL	PROCESO	ESPECIFICACIONES
COMPONENTES	Pieza bi- funcional "A"	2	Soporte estable y semiestable en un plano unidireccional y multireccional respectivamente.	elastómero	Inyección y mecanizado por fresa	Poliamida PA6.6
	Pieza bi- funcional "B"	2	Soporte inestable en distintos planos de movimiento.	elastómero	Inyección	Poliamida PA6.6
	Base para soporte del pie	2	Dar soporte al usuario y sujetar la estructura general	Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	Modelado por inyección	Espesor: 4 mm Largo 29 cm

Plantilla		2	Superficie de reposo para pie	Espuma de pvc expandido	Caladura	Longitud 26.36 cm Ancho 9.67 cm espesor 4 mm
Sujetador principal		2	Da sujeción a la base de soporte para pies y comparte y contribuye a dar estructura general con la misma base a la que se sujeta.	Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	Inyección	Ninguna.
Banda elástica		4	Sujeción de la base de soporte para pie al pie del usuario.	Reata poliéster flexible	Telar industrial, (pieza comercial)	Largo: 25 cm Ancho: 2 cm
Sujeción secundaria		4	Sujeta la correa a la base para soporte de pie	polipropileno	Inyección (Pieza comercial)	Largo: 3 cm Ancho: 2.4 cm

7. Conclusiones



- La identificación de la fase del proceso de rehabilitación de tobillo por lesión osteomuscular en función de establecer medidas de intervención de ayuda técnica permitió determinar que es apropiado iniciar con una condición específica de salud para abordar un proceso de intervención objetual que permita la conceptualización y desarrollo de la propuesta.
- El tratamiento funcional es la mejor estrategia para la rehabilitación de deficiencias de origen musculoesquelético y posibilita la intervención para el desarrollo de ayudas técnicas que contribuyan a mejorar los resultados en la rehabilitación.

Sujetador correa		4	Sujeción de correa a la base para soporte del pie y permite ajustar el lago de la banda para mayor o menor amplitud de la banda elástica que sujeta al pie del usuario.	Polipropileno	Inyección	Largo: 3 cm Ancho: 2.4 cm
Laser		2	Se desliza a través de lavanda elástica y proporciona estímulo visual al usuario	Polipropileno	Inyección	Tres Baterías planas AG13, A76, LR44, V13GA, RW82
Plataforma		2	Proporciona estabilidad frontal y aumenta la altura de la estructura general para realizar mayor amplitud en el movimiento unidireccional.	Espuma PVC	Caladura	2.5 de espesor, 10 x 10 cm



- La rehabilitación funcional más que recuperar la funcionalidad corporal, producen en el individuo con deficiencia satisfacción personal que lo posibilita a involucrarse nuevamente con su acción productiva la cual se relaciona con el rol social que realiza en su entorno.
- Los ligamentos laterales externos conforman la estructura más débil del complejo articular de tobillo, esto produce con mayor facilidad una lesión que involucra una posible inestabilidad crónica de la articulación, promover acciones desde el proceso de rehabilitación puede contribuir a la recuperación y a la prevención.
- El correcto abordaje de la rehabilitación y la asistencia del profesional rehabilitación a resultan fundamental para controlar los posibles efectos adversos que se pueden presentar como consecuencia de esguinces de tobillo independientemente del grado de severidad.
- Cada vez se amplía la literatura centrada en el tratamiento, prevención y diagnóstico del esguince del complejo articular del tobillo.
- La interrupción del proceso de rehabilitación es uno de los problemas que se presenta en la rehabilitación, algunos de los factores que inciden en ello, es la desaparición de la sintomatología, factores socio económicos como el tiempo y transporte para dar continuidad al proceso de rehabilitación.



Anexo A

Protocolo para la rehabilitación del tratamiento funcional de esguinces de tobillo grado I y II. (L. Guirao Cano, 2004)

Cero a cuarenta y ocho horas

- Crioterapia cada dos h durante diez minutos
- Reposo con elevación de la pierna
- Descarga de la extremidad
- Vendaje compresivo

Dos a diez días:

- Si el edema es importante, continuamos con el hielo
- Inicio de carga parcial con dos bastones ingleses. Retirada progresiva según dolor
- Vendaje funcional (*tape* o vendaje elástico)
- Iniciar ejercicios activoasistidos de flexoextensión de tobillo
- Iniciar potenciación de tibial anterior y peroneos
- Propiocepción en descarga
- Realizaremos tratamiento a diario, cambiando el *tape* o vendaje elástico a días alternos

Diez a quince días:

- Retirada del *tape* o vendaje elástico
- Comenzar bicicleta estática diez minutos
- Valorar ultrasonidos según dolor
- Ejercicios de potenciación de peroneos y tibial anterior con ejercicios isométricos, resistencia manual o gomas elásticas
- Propioceptivos en descarga
- Andar de puntillas y talones
- Estiramientos de tríceps y sóleo



Quince a veintiún días:

- Propiocepción bipodal y progresión a unipodal
- Continuar con la potenciación de peroneos y tibial anterior
- Saltos en colchoneta
- Bicicleta estática

Anexo B.

Propuesta de un programa de rehabilitación propioceptiva dividido en dos periodos y varias fases.

Fase en descarga

- Ejercicios de reposición articular: el paciente deberá reproducir de forma activa posiciones articulares preestablecidas previamente por el terapeuta (igual que al evaluar la RPA)
- Ejercicios sobre plato inestable en sedestación: movilizaciones activas en los distintos arcos de recorrido articular

Fase en carga

- Fase de restablecimiento del equilibrio, la estabilización dinámica articular y trote cinestésico.
- *Ejercicios de equilibrio sobre superficie estable:*

el paciente deberá mantener el equilibrio sobre una superficie fija estable, progresando de apoyo bipodal a monopodal: a. Apoyo bipodal, ojos abiertos, multidireccional; b. Apoyo bipodal, ojos cerrados, multidireccional; c. Apoyo unipodal, ojos abiertos, unidireccional; d.- Apoyo unipodal, ojos cerrados, unidireccional; e. Apoyo unipodal, ojos abiertos, multidireccional; f. Apoyo unipodal, ojos cerrados, multidireccional.



- *Ejercicios de equilibrio sobre superficie inestable:*

El paciente deberá mantener el equilibrio sobre una superficie fija estable realizando la siguiente progresión: a. Apoyo bipodal, ojos abiertos, multidireccional; b. Apoyo bipodal, ojos cerrados, multidireccional; c. Apoyo unipodal, ojos abiertos, unidireccional; d. Apoyo unipodal, ojos cerrados, unidireccional; e. Apoyo unipodal, ojos abiertos, multidireccional; f. Apoyo unipodal, ojos cerrados, multidireccional.

¿Cuánto tiempo se debe realizar cada ejercicio en esta fase? ¿Con que frecuencia se han de realizar las sesiones en esta fase? El protocolo de Bernier -uno de los más interesantes descritos en la literatura- se desarrolla a lo largo de seis semanas con una pauta de 10 minutos de trabajo diario y una frecuencia de tres días a la semana.

El trabajo se realiza en carga exclusivamente⁸. La progresión tiempo de ejercicio/tiempo de reposo descrita por estos autores se puede ver reflejado en la Tabla 1. Dichos autores planteaban en las conclusiones de su estudio que este programa de 10 minutos 3 días a la semana, aunque había mostrado resultados positivos, podría resultar insuficiente. Nosotros proponemos, en base a esta reflexión, pautar 15 minutos de tratamiento con una frecuencia diaria.

- Trote.
- Trazado recto.
- Sobre superficie plana.
- Progresión hacia carrera continúa.
- Subir y bajar peldaños.
- Hacia adelante.
- Hacia atrás.
- Fase de giro, cambio de dirección y salto.



- Carrera continúa en forma de ocho, progresando de círculos amplios a pequeños y aumentando progresivamente de velocidad (en ambas direcciones).
- Deslizamientos laterales de c o-contracción y en tabla de deslizamiento.
- Ejercicios de salto (con ojos abiertos y con ojos cerrados en todas las direcciones) y trote en minitrampolín.

- Ejercicios pliométricos: comenzar a una altura cómoda (entre 15 y 30 cm) aumentar de forma progresiva según tolerancia. – Fase de preparación a las actividades específicas del deporte
- Series de carrera rápida.
- Maniobras de cruce o cariocas.
- Carreras de cuatro esquinas.
- Fase de actividades específicas del deporte.
- Ejercicios específicos en cada deporte (fintas por reacción, cariocas en defensa...) sacados del contexto de juego.

Anexo C

Entrevistas del trabajo de campo.

Fisiatras / fisioterapeutas

1. Objetivo: identificar cual es el área más relevante en las intervenciones para el deterioro de la articulación de tobillo para realizar un tipo de intervención

¿Funcionalmente cuál es el área más relevante para realizar un tipo de intervención para el deterioro de la articulación de tobillo?

2. Objetivo: identificar los parámetros o determinantes que caracterizan el área de intervención identificable con mayor relevancia que contribuye a la rehabilitación de tobillo



Una vez identificada el área de mayor relevancia para la rehabilitación ¿Cuáles son los parámetros o requerimientos que se relacionan?

3. objetivo: identificar causas palas cuales es posible que se afecte de manera negativa esa área del tratamiento funcional y posibles soluciones tanto funcionales como objetuales que contribuyan al tratamiento.

Desde su experiencia ¿qué factores considera que afectan e ese tipo de tratamiento?

Qué soluciones propone para esa afectación y como desde la funcionalidad contribuye?

4. objetivo: identificar procedimientos técnicos de la terapia

¿Cuáles son las técnicas y los instrumentos y/o ayudas técnicas que hacen parte del tratamiento funcional específicamente identificado?

Paciente / Usuario

5. Objetivo: identificar cómo se da la relación objeto, paciente y terapia

¿Cómo se realiza la terapia? (dentro y fuera del centro de asistencia de rehabilitación)

En el centro de asistencia

Fuera del centro de asistencia

¿Se presenta algún tipo de aceptación o rechazo frente al objeto de interviene en la rehabilitación?

Cuale?



Que aspectos formales cree que debe tener el objeto que coadyuva con la terapia (textura, color, agarre, seguridad, estabilidad, portabilidad, información de algún tipo, y demás).

6. Objetivos: reconocer factores personales

Es importante para usted conocer la anatomía

Pregunta: reconoce su anatomía

Es importante para ud saber cuál es su lesión, trauma

Pregunta: reconoce usted de qué trata su lesión y sus causas?

La importancia de identificar cuál es el avance en la rehabilitación

Cree usted que es importante saber cuál es su avance frente a la rehabilitación en términos cuantitativos o alguna forma que lo indique?

Reconocer la autogestión frente al tratamiento.

Considera importante realizar la terapia fuera del espacio de rehabilitación? si no

Cuál de las terapias le resulta más aceptable realizar?

Tiene espacios de tiempo para realizar la terapia fuera del centro de asistencia? Si no

Cuál es el tiempo estimado

Cuáles son las características físicas del espacio.

Anexo 4

Video del funcionamiento (se encuentra en el CD)

9. Bibliografía



- Andrea Stracciolini, W. P. (March de 2007). Sport Rehabilitation of the Injured Athlete. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 8(1), 43-53.
- Banco Mundial. (2000). *Diagnostico de la Discapacidad*. Banco Mundial.
- Bautista, G. E. (s.f.). *Sistema de Apoyo para la higiene personal de los adultos mayores en situacion de discapacidad motora de miembros superiores*.
- Benitez, E. M. (2013). *Sistema de Fortalecimiento muscular para la prevencion de lesiones deportivas en el complejo articular de Hombro de deportistas de baloncesto en silla de ruedas de la Liga del Valle del Cauca*. Cali, Colombia.
- Blanco Ortega, H. R. (2013). *Maquina de rehabilitacion de tobillo: prototipo visual y fisico*. Cuernavaca Morlos, Mexico.: CIINET 2013, X congreso internacional sobre innovacion y desarrollo tecnológico .
- CEPAL, Naciones Unidas. (2012). *Panorama Social de America Latina*. CEPAL, Naciones Unidas.
- Comunidad de Madrid . (s.f.). *II plan de Accion para ls personas con discapacidad 2003-2008*. Madris, España: Comunidad de Madrid.
- David Marrón Gomez, A. I. (14 de febrero de 2014). The effect of two mobilization techniques on dorsiflexion in people with chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport*.
- Diaz, D. C. (2013). *inestabilidad crónica de tobillo: tratamiento mediante movilizaciones articulares y un programa de entrenamiento propioceptivo. validación de la version española dela cuestionario "Cumberland Ankle Instability Tool"*. Andalucia, España: Universidad de Jaen.
- España, M. d. (2008). *ORDEN SCO/846/2008*. Boletín Oficial de España BOE.



- Godoy, J. I. (2012). *Robot paralelo para la rehabilitación de Tobillo*. Cuernavaca, Morelos, Mexico: Centro Nacional de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico.
- Hawson, S. T. (enero de 2011). Physical Therapy and Rehabilitation of the foot and Ankle in the Athlete. *Clinica en Medicina y Cirugia Podológica*, 28(1), 189-201.
- Hurtado, A. Y. (2008). propuesta de un sistema facilitador de las actividades basicas cotidianas para personas en situacion de discapacidad de alguno de los miembros superiores. *propuesta de un sistema cacilitador de las actividades basicas cotidianas para personas en situacion de discapacidad de alguno de los miembros superiores*. cali, colombia.
- Hurtado, J. (24 de Noviembre de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos . (J. Aguirre, Entrevistador)
- Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion ICONTEC INTERNACIONAL. (1994). *NTC-ISO 9999*. Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion .
- Jairo Estrada M., J. A. (1998). *Parametros antropométricos de la población laboral colombiana 1995*. Rev. Fac. Nac. Salud Publica 1889.
- Jaramillo, L. (9 de 12 de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos. (J. Alguirre, Entrevistador)
- Kristina Akesson, A. D. (febrero de 2007). How to develop strategies for improving musculoskelatal heath. *Best Praticce & Research Clinical Rheeumatology*, 21(1), 5-25.
- Kristina Akesson, A. D. (febrero de 2007). How to develop strategies for improving musculoskeletal health. *Best Practice & Reserche Clinical Rehamatology*, 21(1), 5-25.
- L. Guirao Cano, E. P. (2004). Tratamiento Funcional de Esguince de Tobillo. *Rehabilitación*, 38(4), 182-187.



- Leal, A. A. (2008). *procesamiento, analisis y sintesis de datos antropometricos prientado al sieño de productos, Zona Nororiental Colombiana*. Bucaramanga: Uuniversidad Industrial de Santander .
- Lin CY, K. J. (2004). Relationship between viscosity of the ankle. *J Med Sci Sport*.
- López, P. N. (2009). *Fracturas del Tobillo en el Medio Laboral*. ASEPEYO, Instituto de Formacion Continua Universidad de Barcelona.
- M. Girone, G. B. (s.f.). *Orthopedic Rehabilitation Using the "rutgers ankle" Interface*. Newark, NJ, USA.: programa in Physical Therapy, UMDNJ-SHRP.
- Marcela, D. (11 de Diciembre de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos . (J. Aguirre, Entrevistador)
- Miguel a. Acastellano del Castillo, E. S. (2009). Propioceptive rehabilitation in ankle instability. *Archivos de medicina del deporte, XXVI*(132), 297-305.
- Mingning Zhang, T. C. (2013). Effectiveness of roboot-assisted therapry on ankle rehabilitation-a sistematic review. *Jounal of NeuroEngineering and Rehabilitation*.
- Moreno, N. (27 de Septiembre de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos . (J. Aguirre, Entrevistador)
- Naciones Unidas. (2012). *Panorama Social de America Latiina* . CEPAL.
- Nora. (25 de Noviembre de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos . (J. Aguirre, Entrevistador)
- Organizacion Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional de la Funcionalidad de la Discapacidad, y de la Salud*. CIF. Ginebra: OMS.



- Organizacion Mundial de la Salud y Banco Mundial. (2011). *Informe Mundial Sobre la Discapacidad* . Malta: ediciones OMS.
- Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial. (2011). *INFORME MUNDIAL SOBRE LA SALUD*. internacional : OMS.
- Robroy L. Martin, T. E. (13 de Marzo de 2014). Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Ankle Ligament Sprains. *Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy*, 9(43).
- Salud, Organizacion Mundial de la Salud. (2003). *La carga de las enfermedades musculoesqueléticas en el comienzo de la nueva Millenium*. Serie de Informes Tecnicos , OMS, Ginebra, Suiza.
- Shamay S. Ng, C. W.-C. (2012). Contribution of Ankle Dorsiflexor Strength to Walking Endurance in People With Spastic Hemiplegia After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 1046-1051.
- Solano, K. (13 de Noviembre de 2014). Ayuda tecnica para la rehabilitacion de tobillo por lesion de ligamentos. (J. Aguirre, Entrevistador)
- Tápanes, S. H. (15 de 11 de 2014). *Conceptos Basicos en Rehabilitación*. Recuperado el 03 de 08 de 2014, de infomed especialidades: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=615>
- Y. Guillodo, A. L. (2011). Adherence and effectiveness of rehabilitation in acute ankle sprain. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(4), 225-235.