



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EFFECTO DE LA CAMINADORA ANTI-GRAVITATORIA ALTER-G® EN
ESGUINCES DE TOBILLO EN JUGADORES PROFESIONALES DE FÚTBOL

AUTOR

HEIDY NICOLE ALVEAR LÓPEZ
ERICK ALEJANDRO LEDESMA DE LA CRUZ

AÑO

2019



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EFFECTO DE LA CAMINADORA ANTI-GRAVITATORIA ALTER-G® EN
ESGUINCES DE TOBILLO EN JUGADORES PROFESIONALES DE FÚTBOL.

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para
optar por el título de Licenciados en Fisioterapia”

Profesor guía

Magister Fernando Antonio Iza Ponce

Autores

Heidy Nicole Alvear López

Erick Alejandro Ledesma de la Cruz

Año

2019

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Efecto de la caminadora Anti-gravitatoria Alter-G ® en esguinces de tobillo en jugadores de fútbol, a través de reuniones periódicas con los estudiantes Heidy Nicole Alvear López y Erick Alejandro Ledesma de la Cruz, en el semestre 2019-10, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Fernando Antonio Iza Ponce
Máster en Terapia Manual Ortopédica
C.I. 1707437370

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, “Efecto de la caminadora Anti-gravitatoria Alter-G® en esguinces de tobillo en jugadores de fútbol, de las estudiantes Heidi Nicole Alvear López y Erick Alejandro Ledesma de la Cruz, en el semestre 2019-10, cumpliendo con todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Guillermo Cristóbal Santillán Quiroga

Master en Terapia Manual Ortopédica en el Tratamiento del Dolor

C.I. 0604121889

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se ha citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autoría vigentes”

Heidy Nicole Alvear López
C.I. 1723294714

Erick Alejandro Ledesma de la Cruz
C.I. 1719117317

AGRADECIMIENTOS

A Dios, La Virgen María y El Divino Niño Jesús, por su eterna Bendición, por guiar mis pasos, y ser mi luz cada día, a mis padres Galo y Patricia por su infinito amor, su dedicación y gran esfuerzo, a Jr por ayudarme a cumplir mis sueños, a mis hermanas y hermanos por ser mi inspiración cada día y ser el mejor ejemplo a seguir, a Martín, Thiago, Victoria y Amelia, mi motivación, gracias por alegrar mi vida, al Lic. Fernando Iza por ser un gran ser humano y ser parte de este camino de superación, a Erick gracias por tu amistad, paciencia y humildad.

Heidy Nicole Alvear López

A mis padres Efrén Ledesma y Mariana de la Cruz por haberme apoyado en todo, haber confiado en mis potenciales y haber dado todos sus conocimientos, a mis hermanos que me guiaron y me acompañaron en este largo camino, a mis mejores amigos J.P., K.C., J.F., J.A., al Mg. Fernando Iza quien confió en mí y me brindó su apoyo, entrega, confianza y ayuda en la creación de este trabajo, y por ser un gran ser humano, a mi compañera Heidy por haber colaborado en este estudio, pero sobre todo le doy gracias a Dios por darme vida y salud todo este tiempo.

Erick Alejandro Ledesma de la Cruz

DEDICATORIA

A Dios, gracias a él nunca perdí la Fe, a mis padres por impartirme su educación, sus valores y direccionarme a ser un buen ser humano, a mis hermanas y hermanos, los ángeles de mi vida, a mis sobrinos por ser luz, a mi tía Teresa por su apoyo incondicional. Gracias a todos por demostrarme su inmenso amor.

Heidy Nicole Alvear López

A mi inspiración, mi rayo de sol, mi ángel, al ser que más amo con todo mi corazón, por quien voy a luchar cada día para poder brindarle todo lo que se merece; este logro se lo dedico a mi hijo Maximiliano.

Erick Alejandro Ledesma de la Cruz

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar el efecto del uso de la caminadora anti-gravitatoria Alter G® en la reintegración a la actividad física en esguinces de tobillo.

MATERIALES Y MÉTODO: En este estudio se incluyeron 8 jugadores de fútbol profesionales del equipo Liga Deportiva Universitaria de Quito a quienes se les aplicó un tratamiento convencional más el uso de la caminadora Alter-G® y 8 jugadores del equipo Club Deportivo el Nacional a quienes se les aplicó solo el tratamiento convencional de esguinces de tobillo grado I y II, escogidos aleatoriamente. Las variables de medición fueron: el dolor (medido con "EVA"), rango articular (medido con un goniómetro convencional), edema (medido con cinta métrica) y tiempo de duración de la terapia hasta volver al campo de entrenamiento (medido con una tabla elaborada por los autores del trabajo de tesis), los datos fueron tomados antes y después del tratamiento.

RESULTADOS: Se encontraron diferencias significativas intra grupos ($p=0.000$) pero no significativas inter grupo en las variables del dolor, rango articular en plantiflexión, edema; el rango articular en el movimiento de dorsiflexión fue la única variable con diferencia significativa inter grupo ($p=0.021$). El tiempo en la reintegración a la actividad física no tuvo una diferencia significativa ($F_{(1,14)}=0.63636$, $p=0.438$).

CONCLUSIONES: La caminadora anti-gravitatoria Alter-G® tuvo un efecto positivo en la disminución del dolor, edema, aumento del rango articular de plantiflexión y dorsiflexión, al compararlo con un tratamiento convencional se encontró que estaba a la par.

PALABRAS CLAVE: Caminadora, anti-gravitatoria, Alter-G®, dolor, edema, tiempo, goniómetro, cinta métrica, escala visual análoga, perimetría, tratamiento convencional.

ABSTRACT

OBJECTIVE: Determine the effect of the anti-gravity treadmill Alter-G® on ankle sprains in professional soccer players.

MATERIALS AND METHODS: This study included 8 professional soccer players of the Liga Deportiva Universitaria de Quito team in which was used a conventional treatment plus the use of the Alter-G® treadmill; and 8 players of the Club Deportivo el Nacional team in which only the conventional treatment was used, of grade I and II ankle sprains, chosen randomly. The measurement variables are: pain (measured with "EVA"), joint range (measured with goniometer), edema (measured with measuring tape) and time (measured with a table of own accounting), the data were taken before and after of the treatment.

RESULT: After having finished the treatment, the same methodology was used to reevaluate the players, where significant differences were found within groups ($p = 0.000$) but not significant inter group in the variables of pain, joint range in plantiflexion, edema; the joint range in the dorsiflexion movement was the only variable with significant difference between groups ($p = 0.021$). The time in reintegration to physical activity did not have a significant difference ($F(1, 14) = 0.63636, p = 0.438$).

CONCLUSIONS: The anti-gravitational treadmill Alter-G® had no major effect on reducing pain and swelling, increased joint range of plantiflexion and rapid reintegration to physical activity but increased dorsiflexion joint range in ankle sprains in professional soccer players.

KEY WORDS: Treadmill, antigravity, Alter-G®, pain, edema, time, goniometer, tape measure, analog visual scale, perimetry, conventional treatment.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I	3
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tobillo	3
1.1.1 Anatomía y fisiología	3
1.1.2 Biomecánica	4
1.2 Esguince de tobillo	6
1.2.1 Fisiopatología	7
1.2.2 Clasificación	8
1.2.3 Esguince de tobillo grado 1	8
1.2.4 Esguince de tobillo grado 2	8
1.2.5 Esguince de tobillo grado 3	8
1.3 Tratamiento convencional	9
1.3.1 Crioterapia	9
1.3.2 Ultrasonido	10
1.3.3 Láser	11
1.3.4 Masaje superficial	12
1.4 Capacidad aeróbica	12
1.5 Reposo activo	13
1.6 Caminadora anti-gravitatoria Alter-G®	13
1.6.1 Ventajas	14
1.6.2 Desventajas	15
1.6.3 Precauciones	15
1.7 Caminadora convencional	16
CAPITULO II	17
2. CONTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL	17
2.1 Justificación	17
2.2 Hipótesis	18
2.3 Objetivos	19
2.3.1 Objetivo General	19
2.3.2 Objetivos Específicos	19
CAPITULO III	20

3. METODOLOGÍA	20
3.1 Enfoque de la investigación	20
3.2 Población y Muestra	20
3.2.1 Población: Jugadores profesionales de fútbol de la ciudad de Quito.....	20
3.2.2 Muestra: Jugadores profesionales de fútbol de la Club Liga Deportiva de	20
Quito y Club Deportivo El Nacional.	20
3.3 Criterios de inclusión y de exclusión	20
3.3.1 Criterios de inclusión	20
3.3.2 Criterios de exclusión	20
3.4 Materiales y Métodos.....	21
3.4.1 Caminadora Antigravitatoria Alter G ®	21
3.4.2 Goniómetro.....	21
3.4.3 Escala Visual Análoga (EVA)	21
3.4.4 Cinta Métrica	22
3.4.5 Tabla de contabilización	22
3.4.6 Ficha de recolección de datos	22
3.5 Procedimiento Experimental	23
3.5.1 Evaluación antes y después del tratamiento	23
CAPITULO IV	25
4. RESULTADOS	26
CAPÍTULO V	31
5. DISCUSIÓN	31
5.1 Discusión	31
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
6.1 Conclusiones	34
6.2 Recomendaciones	34
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía del tobillo. Tomado de A.D.A.M., 2018	4
Figura 2. Biomecánica de la flexoextensión del tobillo. Tomado de Kapandji, 2010	6
Figura 3. Tipos de esguince de tobillo. Tomado de AFISIONATE, 2015.....	9
Figura 4. Crioterapia en tobillo. Tomado de fitness revolucionario, 2013.....	10
Figura 5. Aplicación de ultrasonido en pie. Tomado de Cameron, 2013	11
Figura 6. Aplicación de láser en tobillo. BTL, 2018	11
Figura 7. Masaje superficial en tobillo y pie. Tomado de Cursos de bienestar y salud, 2018	12
Figura 8. Caminadora Antigravitatoria Alter-G®. Tomado de Running, 2014...	15
Figura 9. Caminadora convencional. Tomado de Club de Salud Montpellier, 2018	16
Figura 10. Resultados de dolor en EVA	26
Figura 11. Resultados de perimetría en maléolos	27
Figura 12. Resultados de perimetría en retropié	28
Figura 13. Resultados de ROM de dorsiflexión	29
Figura 14. Resultados de ROM de plantiflexión	30
Figura 15. Resultados de tiempo.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de plantiflexión (Norkin, C. 2006).....	24
Tabla 2. Evaluación de dorsiflexión (Norkin, C. 2006).....	24

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte de contacto directo, las partes del tren inferior que se ven involucradas son la cadera, rodilla, tobillo y pie. Las lesiones más frecuentes se producen en el tobillo, este es el segmento corporal donde recae todo el peso corporal y el último en transmitir la carga hacia el pie (retropié, mediopie y antepie).

De todas las lesiones de tobillo la más común es el esguince de tobillo, que se clasifica en tres grados cada uno con su característica específica; las estructuras que principalmente se afectan son los ligamentos. Esta afectación se puede producir por un trauma directo o indirecto, o auto provocado. Las consecuencias relevantes son el edema, la disminución del rango articular, el dolor y la impotencia funcional.

Una de las precauciones que los especialistas recomiendan es realizar el reposo activo, que consiste en inactividad física durante la lesión para que los tejidos afectados se puedan recuperar, durante este tiempo deben realizar ejercicios aeróbicos con baja frecuencia, tiempo y carga, para no perder las capacidades físicas adquiridas con el entrenamiento. Existen textos en donde se menciona que el movimiento activo o activo-asistido durante una lesión ayuda a mejorar la circulación del edema, ganar rango articular, mejorar propiocepción, recuperar masa muscular y mejorar el cuadro clínico, siempre y cuando respetando la fisiología, la calidad de recuperación, la reactividad del tejido y de cada persona.

En la actualidad existe una máquina capaz de ayudar a la rehabilitación precoz de varias lesiones como un tratamiento complementario, además de ser un suplemento en el entrenamiento, esta máquina es la “Caminadora anti-gravitatoria Alter-G®” que es diferente a la común usada en gimnasios, esta utiliza una cámara de aire en donde se puede disminuir la fuerza de la gravedad para que el futbolista no sienta dolor a la presión por la descarga de peso en el tobillo y pueda realizar marcha, trote o correr con descarga corporal.

El presente estudio analizará las condiciones de reintegración a las actividades físicas en futbolistas profesionales, a través de cambios registrados en las variables tiempo de regreso al campo de entrenamiento, el dolor, el rango articular de tobillo y edema. Los jugadores participantes en este estudio

pertenecen a Liga Deportiva Universitaria de Quito y C.D. El Nacional. Todos los jugadores seguirán un protocolo convencional de rehabilitación, únicamente los jugadores de la Liga Deportiva Universitaria de Quito serán sometidos a un programa de recuperación utilizando la caminadora anti-gravitatoria Alter G® y sus efectos serán comparados como punto de referencia con un tratamiento convencional.

Capítulo I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Tobillo

1.1.1 Anatomía y fisiología

El tobillo es la articulación distal del miembro inferior, constituye la unión de la pierna con el pie, es una estructura esencial para realizar la marcha, sitio de mayor presión de manera permanente. Vincula al cuerpo humano con el medio ambiente que lo rodea como principal base de sustentación del aparato locomotor en la bipedestación, soporta el peso corporal, proporciona estabilidad estática y dinámica, para transferir equitativamente las fuerzas de carga y depende de las necesidades que se requieran o a los terrenos en que se encuentre para transformarse en una estructura flexible o rígida. El tobillo es un lugar donde cruzan tendones de la musculatura de la pierna que llegan a insertarse en las estructuras del pie, arterias, venas y nervios (Latarjet, M. 2014).

La articulación del tobillo o también denominada articulación talocrural está formada por tres huesos, el peroné, la tibia y el astrágalo. Se considera que es una articulación cerrada, muy bien encajada por lo que define que es una tróclea y solo tiene un grado de libertad absoluto, es decir, se mueve en un solo plano, el sagital y en un eje, transversal o latero-lateral que permite la flexión y extensión. La flexión es el movimiento que aproxima el dorso del pie hacia la pierna y la extensión es el movimiento de alejamiento del dorso del pie de la pierna (Kapandji, 2010).

El tobillo es una articulación altamente coaptada, esto se debe en gran medida a la forma de mortaja tibioperoneoastragalina y un resistente sistema ligamentario que envuelve la articulación. Podemos encontrar dos sistemas ligamentarios principales: los ligamentos laterales externo e interno y los ligamentos anterior y posterior, que se comportan como ligamentos accesorios (Biel, A. 2017).

Según (Cael, C. 2013) el astrágalo cuenta con una función importante en esta articulación por su composición, la forma del astrágalo es de una tróclea, cuenta

con tres superficies o carillas articulares que sirven de unión con los huesos de su alrededor:

- **Superficie superior:** es convexa de delante a atrás y sirve de mortaja junto con las superficies inferiores de la tibia y el peroné (Cael, C. 2013).
- **Superficie interna:** es plana excepto en su parte anterior en donde se desvía hacia la garganta del astrágalo y sirve de unión con la superficie articular externa de la tibia (maléolo interno) (Cael, C. 2013).
- **Superficie externa:** cóncava de arriba abajo y de delante atrás y sirve de contacto con la superficie interna del peroné (maléolo externo) (Cael, C. 2013).

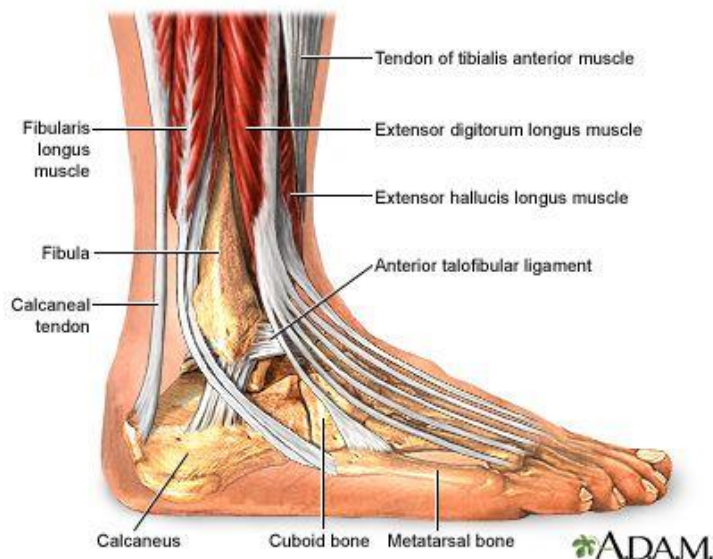


Figura 1. Anatomía del tobillo. Tomado de (A.D.A.M., 2018).

1.1.2 Biomecánica

La articulación tibio-perónea-astragalina es una tróclea establecida entre la polea astragalina y las porciones distales de la tibia y el peroné, constituyen una anfiartrosis de poca movilidad (sindesmosis tibio-perónea). Este sistema que no sólo se encarga de controlar la estabilidad de la pinza maleolar durante los desplazamientos que tienen lugar al realizarse los movimientos del pie, sino que, además, permite la correcta transferencia de cargas en la articulación del tobillo. Estas fuerzas procedentes de la articulación del tobillo se repartirán por los sistemas trabeculares que atraviesan el esqueleto óseo del pie constituyendo un

verdadero amortiguador a través del sistema calcáneo-aquileo-plantar (Rouvière, H. 2005).

La unión del tobillo y el pie se establece a través de los ligamentos laterales y mediales, responsables de guiar el movimiento y los desplazamientos de la articulación. El ligamento lateral externo está constituido de 3 fascículos, el peroneo-astragalino anterior, limita el desplazamiento posterior de la tibia y transmite una tensión de supinación al astrágalo, el ligamento calcáneo-peroneo, imposibilita el desplazamiento del astrágalo en dirección vertical cuando se adopta la posición de dorsiflexión y el ligamento peroneo-astragalino posterior, detiene al astrágalo dorsalmente, limitando la dorsiflexión y el desplazamiento anterior de la tibia (Tortora, G. 2013).

La articulación del tobillo posee un eje de movimiento oblicuo en relación con los planos anatómicos del pie, está orientado aproximadamente de 8 grados con el plano transversal y de 6 grados con el plano frontal. Cinéticamente, la articulación se ve sometida a demandas de tracción en el transcurso de la plantiflexión. Por el contrario, las fuerzas que soportan durante la dorsiflexión son correspondidas a la compresión ejercida en la zona anterior de la articulación. El movimiento excesivo de valgo del calcáneo es limitado por el maléolo externo que soporta las fuerzas de compresión lateral de la articulación. Las fuerzas de compresión ejercidas sobre la articulación al realizar la dorsiflexión, junto con la asimetría en la polea astragalina ocasionan un desplazamiento necesario del peroné (Norkin, C. 2006).

La articulación tibioperoneoastragalina solo posee movimientos de flexoextensión (plantiflexión y dorsiflexión). La amplitud de los movimientos de flexión y de extensión está determinada por las superficies articulares. La superficie tibial presenta un arco de 70 grados, mientras que la tróclea astragalina se extiende a unos 145 grados. De ese modo, se deduce que la amplitud global de la flexoextensión es de entre 70 a 80 grados. Según (Kapandji, 2010) la plantiflexión presenta más rango articular sobre la dorsiflexión, el tobillo puede permanecer en extensión en la posición denominada pie equino. Por el contrario, si permanece en flexión nos encontramos con un pie que anda sobre el talón, pie talo (Lütjen-Drecoll, E. 2012).

El movimiento de la articulación del tobillo es imprescindible para lograr la adecuada progresión y absorción del contacto inicial del pie con el suelo durante la fase de apoyo en la marcha (Gutiérrez, M. 2009).

Flexoextensión

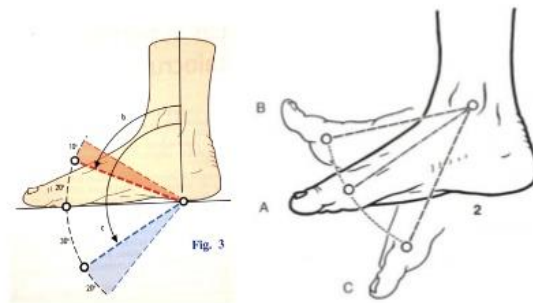


Figura 2. Biomecánica de la flexoextensión del tobillo. Tomado de (Kapandji, 2010).

1.2 Esguince de tobillo

Entre las alteraciones más comunes que afectan al tobillo del futbolista son: esguinces, fracturas y contusiones.

El esguince de tobillo es una de las lesiones deportivas más frecuentes, el 53,7% de futbolistas sufren un esguince de tobillo anualmente y un 15% sufre fracturas por traumas, principalmente debido a la carga de peso en esta actividad deportiva (Garrido-Chamorro et al., 2005).

Es preciso realizar un diagnóstico kinésico, el cual nos proporcionará información de las alteraciones biomecánicas que acompañan a la lesión. El diagnóstico de un esguince de tobillo se basa en la clínica, aunque se considera que el verdadero diagnóstico se lo obtiene de un análisis radiográfico en razón que el diagnóstico puramente clínico se fundamenta en hallazgos subjetivos determinados por la experiencia del evaluador. La determinación de la o las estructuras en disfunción es importante para definir un tratamiento adecuado. Alrededor de un 85% de los casos de esguince se asocian con inversión tobillo, con daño de los ligamentos laterales. (Zaragoza, V. 2013).

1.2.1 Fisiopatología

El mecanismo fisiopatológico más común es el esguince producido en inversión forzada del tobillo, lo que supone una acción combinada de flexión, aducción y supinación del pie (La Touche, 2006). Es entonces cuando el ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA) se ubica vertical y cualquier fuerza que actúe obligando al tobillo a una mayor supinación puede producir un desgarro del mismo. Cuando se produce el impacto sobre el talón en la carrera del jugador del fútbol, cinco veces el peso del cuerpo es soportado por la mortaja tibio-perónea (TP). Durante la carrera existe un mecanismo fisiológico de ligera aducción del medio pie; si en el momento de la flexión plantar se produce una inversión brusca (obstáculo en el camino, pisar a un contrario, desnivel en el terreno, terreno irregular, etc.) es posible que se produzca una supinación forzada capaz de lesionar el débil LPAA (Brotzman, S. 2012).

El tobillo con el pie en posición neutra o en extensión es estable porque la parte más ancha del astrágalo se encuentra dentro de la mortaja TP, abrazada por ambos maléolos (tibial y peróneo); en flexión, la estabilidad disminuye ya que la parte más estrecha del astrágalo es la que se aloja en el interior de la mortaja. Con el tobillo en carga, en posición neutra, de apoyo plantar, la estabilidad es del 100% a la inversión y del 30% a la rotación (Izquierdo, M. 2008).

Existen una serie de factores de riesgo como son el exceso de peso, la existencia de esguinces previos, el sexo femenino (posiblemente en relación con el uso de zapatos de tacón alto), la existencia de alteraciones propioceptivas previas o la existencia a su vez de un mal balance muscular, con una mala coordinación de la musculatura agonista-antagonista, o un tendón de Aquiles rígido y poco flexible (Izquierdo, M. 2008).

En lo referente al ligamento deltoideo (LD), se sabe que tan sólo se lesiona en el 5% de las ocasiones, cuando el tobillo sufre el mecanismo de eversión brusca o una rotación externa forzada (López, J. 2011).

1.2.2 Clasificación

1.2.3 Esguince de tobillo grado 1

El denominado grado 1 es cuando hay una distensión de ligamentos, generalmente del ligamento PAA y es considerado como esguince leve. Se produce la rotura de menos del 5% de las fibras. Son el resultado de la distensión de los ligamentos que unen los huesos del tobillo. La hinchazón es mínima y el paciente puede comenzar la actividad deportiva en dos o tres semanas (Brotzman, S. 2012).

1.2.4 Esguince de tobillo grado 2

El denominado grado 2 es donde hay un desgarro parcial de las fibras del ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA) y una distensión del ligamento peróneo-calcáneo (LPC) y es considerado esguince moderado. Aparece dolor moderado acompañado de una inestabilidad articular leve. Existe hinchazón y dificultad para la deambulación “de puntillas”. El sujeto camina en posición antiálgica, y los signos y síntomas son más evidentes. Se ha producido la rotura del 40%-50% de las fibras. La exploración puede revelar un cajón anterior y/o una inversión forzada positivos. Los ligamentos se rompen parcialmente, con hinchazón inmediata. Generalmente precisan de un periodo de reposo de tres a seis semanas antes de volver a la actividad normal (Brotzman, S. 2012).

1.2.5 Esguince de tobillo grado 3

El denominado grado 3 es donde hay un desgarro considerable de las fibras del ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA), un desgarro parcial del ligamento peróneo-calcáneo (LPC) y una distensión del ligamento peróneo-astragalino-posterior (LPAP) y es considerado esguince grave (Farr, 2012). Existe una laxitud articular, dolor intenso, deformidad e hinchazón francas. El sujeto no puede caminar ni apoyar el pie en el suelo. Son los más graves y suponen la rotura completa de uno o más ligamentos pero rara vez precisan cirugía. Se precisan ocho semanas o más para que los ligamentos cicatricen (Brotzman, S. 2012).



Figura 3. Tipos de esguince de tobillo. Tomado de (AFISIONATE, 2015).

1.3 Tratamiento convencional

1.3.1 Crioterapia

Es una de las terapias reconocidas por la aplicación de frío, emplea diversos sistemas, el objetivo es la reducción de la temperatura en el organismo, y lleva consigo una serie de efectos fisiológicos beneficiosos en distintas áreas de rehabilitación.

Se utiliza para controlar el dolor, la inflamación y el edema; ejerce sus efectos terapéuticos y actúa sobre los procesos hemodinámicos, neuromusculares y metabólicos. La disminución de la temperatura de los tejidos reduce directa o indirectamente el dolor, ya que bloquea la transmisión del mismo a través de la actividad de los receptores térmicos cutáneos. La crioterapia se puede aplicar de 10 a 15 minutos en la zona a tratar, y tiene un efecto prolongado de hasta 1 hora o más (Murguía-Cánovas, G. 2018).

También se usa para el control de la formación del edema, ya que reduce la presión del líquido intravascular al disminuir el flujo de sangre a la zona a través de vasoconstricción y un aumento en la viscosidad de la sangre. Controla

también el aumento en la permeabilidad capilar al reducir la liberación de sustancias vasoactivas como la histamina. (Cameron , 2013).



Figura 4. Crioterapia en tobillo. Tomado de (Fitness revolucionario, 2013).

1.3.2 Ultrasonido

Es una forma de energía mecánica que consiste en vibraciones de alta frecuencia que puede ser continua o pulsada.

Tiene un efecto térmico que consiste en la aceleración del metabolismo, la reducción o el control del dolor, la aceleración de la conducción nerviosa, el aumento del flujo sanguíneo, y la extensibilidad de las partes blandas; el ultrasonido una mayor profundidad y calienta áreas más pequeñas. El efecto mecánico permite aumentar los valores del calcio intracelular, aumenta la permeabilidad de la piel y de la membrana celular, también se ha podido comprobar que aumenta la síntesis de oxígeno y aumenta el flujo de sangre, además que en su efecto con las ondas mueve partículas de las membranas celulares. El ultrasonido se emplea en frecuencias que van desde 1 a 3 MHz y una intensidad media en vatios (W) que van desde 0,5 hasta a 3 W/cm². (Cameron , 2013).

El ultrasonido puede controlar el dolor ya que estimula los receptores cutáneos de la temperatura o del aumento de la extensibilidad de partes blandas, además de cambios en la conducción nerviosa. En varios estudios se sostiene la hipótesis de que el ultrasonido puede disminuir el dolor en trastornos

inflamatorios al actuar sobre las señales neuronales del dolor (Murguía-Cánovas, G. 2018).



Figura 5. Aplicación de ultrasonido en pie. Tomado de (Cameron, 2013).

1.3.3 Láser

Técnica en la que se proporciona al organismo energía del espectro electromagnético para facilitar la activación bioquímica corporal. Los efectos que produce son: analgesia en la zona a tratar, antiinflamatorio, anti-edematoso, ayuda a mejorar el proceso de cicatrización (Murguía-Cánovas, G. 2018).

El empleo del láser produce una liberación de sustancias como la histamina, serotonina y bradicinina, un aumento de la producción de ATP intracelular y un estímulo de las síntesis de ADN, síntesis proteica y enzimática. La dosis terapéutica recomendable para su aplicación se establece entre 2 a 30 Julios/cm², todo depende de una serie parámetros como diagnóstico, tipo de tejido y el efecto que se quiera lograr. (Cameron , 2013).



Figura 6. Aplicación de láser en tobillo. Tomado de (BTL, 2018).

1.3.4 Masaje superficial

Es una técnica que se basa en el uso de las manos sobre la superficie corporal del paciente en el cual se propaga una energía mecánica, influye sobre todo en la piel, se eliminan células muertas, mejora la respiración cutánea, se intensifica la función secretora de las glándulas sebáceas y sudoríparas, se incrementa la función de contracción de los músculos cutáneos, lo que contribuye a la eliminación por el organismo de los productos de intercambio, produce una vasodilatación, aumentando la circulación sanguínea lo que conlleva a un aumento del consumo de oxígeno por los tejidos, lo que aumenta la actividad vital de los elementos de las células de la piel, volviéndola así más elástica, flexible y suave, su uso prolongado actúa como anestésico lo que permite disminuir el dolor en caso de lesiones. (Regnault, 2017).

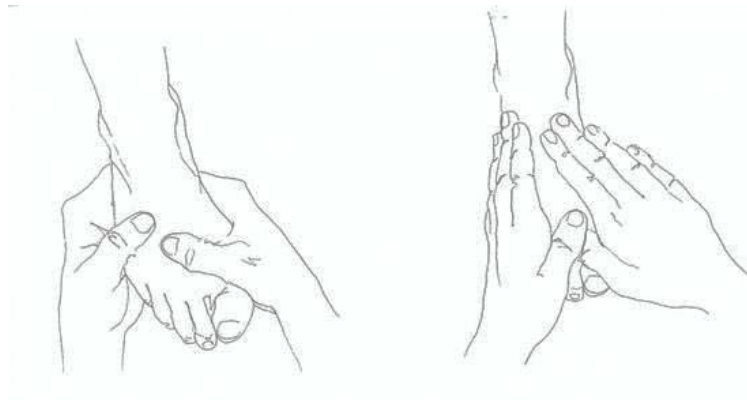


Figura 7. Masaje superficial en tobillo y pie. Tomado de (Cursos de bienestar y salud, 2018).

1.4 Capacidad aeróbica

Se define como la capacidad que tiene el organismo para mantener una explícita densidad de ejercicio durante un tiempo definido y funcionar de manera eficiente para llevar a cabo actividades sostenidas con el menor esfuerzo posible, poca fatiga y una pronta recuperación (Chávez, L. 2012).

Normalmente si el paciente no puede realizar cargas corporales por la lesión en su tobillo, se acostumbra a solicitar que el paciente mantenga su condición aeróbica con bicicleta o natación, estas pueden ser actividades favorables para mantener la condición física, pero no específicas para el fútbol, ya que entrenan

áreas corporales no implicadas en el gesto motor del tobillo en el fútbol; el trote y la carrera eran alternativas utilizadas una vez resuelto el problema de base y el deportista podía tolerar descargas de peso tres o cuatro semanas después de instaurada la lesión (Arguelles, A. 2015).

1.5 Reposo activo

Comprende la realización de actividad física que estimulan y aceleran el proceso de recuperación sin imponer una tensión o sobrecarga inadecuado en la parte del cuerpo lesionada o en recuperación

Las lesiones deportivas deben evitar en lo posible la inactividad física por lo que actualmente se propone la inclusión de métodos y técnicas de entrenamiento de las capacidades físicas condicionales, aeróbica, anaeróbica y fuerza muscular, desde las fases iniciales de la rehabilitación con el propósito de evitar la pérdida de las capacidades físicas que se producen con la suspensión de los entrenamientos; a esto se le conoce como reposo activo (Ospina, 1980).

1.6 Caminadora anti-gravitatoria Alter-G®

La caminadora antigravitatoria Alter-G ® es una marca registrada, su correcta denominación es “Alter G Anti-Gravity Treadmill ®”, ya que se trata de una cinta de correr que utiliza un sistema antigravedad originario de la NASA. La máquina funciona con un sistema de flujo de aire dentro de un compartimento cerrado herméticamente, al activarse puede levantar al paciente del piso de la caminadora desde un 1% al 100% del peso total corporal del paciente. Esta cinta permite reducir la gravedad a la que las personas están sometidas y por lo tanto su peso al correr (Bugbee, W. 2016).

La caminadora anti-gravitatoria Alter-G ® se utiliza casi como una cinta de correr común y habitual, la diferencia es que se usan unos pantalones especiales para poder separar el miembro inferior del resto del cuerpo y así correr a una gravedad diferenciada del resto del cuerpo. Se recomienda al usuario configurar la caminadora de tal forma que pueda correr utilizando el 20% de la carga corporal como porcentaje mínimo de inicio de trabajo y el 100% de su peso al finalizar el

trabajo antes del alta o transferencia al gimnasio o campo de juego. La máquina consta de un sistema de calibración del peso corporal computarizado para medir al paciente, regula la disminución del mismo en base a un porcentaje determinado, consta de una cámara de aire de cierre hermético a través de un cierre, utiliza pantalones especiales de licra que une al paciente a la máquina y regula la altura a la cual la persona va a ser suspendida (Henkelmann, R. 2017).

Uno de los beneficios de esta cinta es que permite su uso en personas que presentan alguna lesión, el tejido dañado no permite las tensiones concéntricas y excéntricas por lo que se prescribe generalmente reposo, la utilización terapéutica del Alter G® proporciona la oportunidad de realizar descargas de peso en el área afectada sin que estas tensiones afecten el tejido lesionado, readapta las estructuras anatómicas al esfuerzo permitiendo que los sistemas energéticos trabajen aún en fases de no descarga. Cuanto mayor es la velocidad con la que una persona corre, mayor es la exigencia a la que el cuerpo se somete, especialmente los miembros inferiores, la caminadora Alter-G® permite a la persona correr sintiendo que el peso del cuerpo es inexistente y eliminando el impacto que sufre el cuerpo con cada paso que da, ya que soporta hasta tres veces el peso corporal y conservar la forma física, el de la caminadora debe ser controlado por un profesional de la salud (Kline, J. 2015).

La caminadora anti-gravitatoria mejora la movilidad, fuerza y seguridad para las personas y pacientes que sufren lesiones sobre todo en articulaciones de descarga ya que ellas absorben el impacto y transmiten el peso corporal al piso, reduce el tiempo total de recuperación, mejora la condición, permite seguir trabajando durante el proceso de recuperación. La caminadora anti-gravitatoria Alter-G® puede ser usado por cualquier tipo de personas, sobre todo deportistas constituyen un gran elemento en la terapia de recuperación y en la reeducación de la marcha y entrenamiento deportivo, la carga, progresiva del peso corporal sirve además como un elemento propioceptivo importante en la prevención de lesiones y enfermedades (Huang, C. 2018).

1.6.1 Ventajas

Al utilizar la caminadora Alter-G.

- El paciente puede continuar entrenado sus capacidades físicas aeróbicas sin perder la condición física obtenida mediante el entrenamiento con poco o nada de sobrecarga articular.
- Previene lesiones, ya que permite realizar un adecuado trabajo neuromuscular, reduciendo el impacto, además que establece una mejor condición física del paciente para la siguiente sesión de entrenamiento.
- Aumenta la capacidad de mantener un volumen de entrenamiento normal, reduciendo el riesgo de lesión (trabajo propioceptivo), el paciente trabaja en la velocidad acostumbrada al reducir su peso corporal.
- Mejora la rehabilitación-readaptación, ya que volver a recuperar la forma y el tono muscular perdido a consecuencia de una lesión, la caminadora permite una recuperación pronta (McNeill, D. 2015).

1.6.2 Desventajas

Una de las desventajas de la caminadora Alter-G es el costo, varía entre 50.000 a 60.000 dólares. El alto costo de mantenimiento y la demora en la reposición de partes y piezas al momento de requerir este servicio (Mikami, Y. 2015).

1.6.3 Precauciones

El uso de la caminadora debe ser siempre supervisado por personal capacitado (entrenadores, fisioterapeutas, doctores). Leer las instrucciones de uso de la caminadora. El paciente debe estar apto para su uso (chequeo médico). Se debe considerar parámetros como edad, sexo, tipo corporal, altura, peso, lesión y antecedentes (Mikami, Y. 2015).



Figura 8. Caminadora Anti-gravitatoria Alter-G®. Tomado de (Running, 2014).

1.7 Caminadora convencional

Una caminadora convencional es una máquina de entrenamiento físico que funciona con propulsión eléctrica o manual, sirve para caminar o correr sin moverse de un mismo punto, es utilizado para práctica de deporte, fines terapéuticos y de rehabilitación. Cuando se corre al aire libre la fuerza que produce el movimiento y en consecuencia el desplazamiento es realizada por la acción muscular del atleta que realiza el ejercicio, al usar la caminadora convencional es la banda la que gira en sentido inverso por una fuerza electromotriz lo que obliga por inercia que el individuo de un paso hacia delante para evitar caerse la frecuencia del mismo por la velocidad del paso hace que se convierta en carrera. En la caminadora convencional la velocidad, la elevación, el tiempo pueden variar de acuerdo a las necesidades físicas del atleta que entrena. Las partes principales son: una cinta de correr, un rodillo de transmisión de fuerza y velocidad uno delantero y otro trasero, tarima de carrera, pantalla de datos, pulsador de emergencia y las barras estabilizadoras (Rincón, E. 2011).



Figura 9. Caminadora convencional. Tomado de (Club de Salud Montpellier, 2018).

CAPITULO II

2. CONTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL

2.1 Justificación

El fútbol es un deporte en donde las aceleraciones - desaceleraciones, cambios de ritmo, gestos motores realizados con fuerza son expresiones usuales que generan alteraciones biomecánicas, sumado a ello el constante contacto físico puede ocasionar lesiones articulares y musculares su recuperación va acompañado de la suspensión de las actividades físicas de entrenamiento y competencias en proporción directa al grado de lesión (Costa, 2010).

Son varias las articulaciones que se ven afectadas al practicar este deporte, la articulación del tobillo es una de ellas.

El tobillo es un segmento formado por las articulaciones tibioperoneoastragalina, talocrural y subastragalina (Kapandji, 2010). Juegan un papel significativo en la bipedestación y la repartición del peso corporal; las lesiones articulares se acompañan generalmente de dolor intenso, pérdida de movilidad, disminución de la actividad física y alteración de la marcha, pérdida o disminución del volumen muscular. Las alteraciones más frecuentes que afectan al tobillo del futbolista son: esguinces, fracturas y contusiones.

El esguince de tobillo es una de las lesiones deportivas más frecuentes, el 53,7% de futbolistas sufren un esguince de tobillo anualmente y un 15% sufre fracturas por traumas, principalmente debido a la carga de peso en esta actividad deportiva (Garrido-Chamorro et al., 2005). En el esguince de tobillo existen tres grados; grado 1 o esguince leve, existe una distensión de ligamentos, generalmente del ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA); el grado 2 o esguince moderado, existe un desgarramiento parcial de las fibras del ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA) y una distensión del ligamento peróneo-calcáneo (LPC); y el grado 3 o esguince grave, existe un desgarramiento considerable de las fibras del ligamento peróneo-astragalino-anterior (LPAA), un desgarramiento parcial del ligamento peróneo-calcáneo (LPC) y una distensión del ligamento peróneo-astragalino-posterior (LPAP) (Farr, 2012).

El diagnóstico kinésico, nos proporcionará información de las alteraciones biomecánicas que acompañan a la lesión. El diagnóstico médico de un esguince de tobillo se basa en la clínica, aunque se considera que el verdadero diagnóstico se lo obtiene de un análisis radiográfico en razón que el diagnóstico puramente clínico se fundamenta en hallazgos subjetivos determinados por la experiencia del evaluador (Zaragoza, V. 2013).

La determinación de la o las estructuras en disfunción son importantes para definir un tratamiento adecuado. Alrededor de un 85% de los casos de esguince se asocian con inversión tobillo, con daño de los ligamentos laterales. (Zaragoza, V. 2013).

Las lesiones deportivas deben evitar en lo posible la inactividad física por lo que actualmente se propone la inclusión de métodos y técnicas de entrenamiento de las capacidades físicas condicionales, aeróbica, anaeróbica y fuerza muscular, desde las fases iniciales de la rehabilitación con el propósito de evitar la pérdida de la condición física que se produce con la suspensión de los entrenamientos; a esto se le conoce como reposo activo (Ospina, 1980).

La caminadora anti-gravitatoria es un dispositivo de mucha utilidad en la recuperación de pacientes con esguince de tobillo puesto que utiliza tecnología avanzada, mediante la presión de aire como un airbag unido a una cinta de correr conocida como "Alter-G" (cinta anti-gravitatoria), sirve como un suplemento en el entrenamiento y la rehabilitación deportiva obteniendo resultados favorables (Kline, J. 2015).

El dispositivo Alter-G® crea una fuerza de elevación neta del paciente, regula la presión del aire de menos 30mmHg y soporta el porcentaje de carga establecido del peso y hace posible que el paciente camine o corra con menor esfuerzo. La presión positiva del tren inferior favorece al acondicionamiento, control y reducción de peso (Moore, 2010).

2.2 Hipótesis

El uso de la caminadora anti-gravitatoria Alter-G® favorece la reintegración a la actividad física en jugadores de fútbol con esguinces de tobillo.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto del uso de la caminadora anti-gravitatoria Alter G® en la reintegración a la actividad física en esguinces de tobillo.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el rango articular de tobillo utilizando goniometría antes y después de cada intervención.
- Comprobar la disminución de inflamación en tobillo con el uso de la medición de perímetros.
- Evaluar la intensidad dolor local a través de la escala de EVA.
- Evidenciar el tiempo en días de la reintegración a las actividades físicas con el uso de una tabla de contabilización.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque de la investigación

Este estudio fue de tipo cuasi – Experimental

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población: Jugadores profesionales de fútbol de la ciudad de Quito.

3.2.2 Muestra: Jugadores profesionales de fútbol de la Club Liga Deportiva de Quito y Club Deportivo El Nacional.

3.3 Criterios de inclusión y de exclusión

3.3.1 Criterios de inclusión

Jugadores que pertenezcan a los primeros equipos de fútbol de liga Deportiva Universitaria y del Club Deportivo el Nacional.

Jugadores profesionales de fútbol del Club liga Deportiva Universitaria y Club Deportivo el Nacional con diagnóstico médico de esguince de tobillo (grado 1, grado 2).

3.3.2 Criterios de exclusión

Jugadores que tengan otras lesiones añadidas

Jugadores que hayan sido infiltrados

Jugadores que por disposición técnica no cumplan con el tratamiento

Jugadores que sean intervenidos quirúrgicamente por esguince grado 3

3.4 Materiales y Métodos

3.4.1 Caminadora Anti-gravitatoria Alter-G ®

La caminadora antigravitatoria Alter G ® es una cinta de correr que utiliza un sistema que permite reducir la fuerza de la gravedad a y el peso corporal al caminar, trotar o correr, reduciendo el impacto con el piso y así mejorar la condición física de los pacientes.

3.4.2 Goniómetro

El goniómetro es una herramienta constituye una regla doble unida en un centro rotatorio milimetrada y graduada de medida, las dos reglas forman una rama fija y otra móvil, se utiliza para medir el rango articular, cuantificar y objetivar la movilidad de una articulación, su equivalencia o resultado se mide en grados.

Las partes del goniómetro son:

El fulcro, punto de unión de las dos ramas la fija y la móvil, se ubica en el punto medio de la articulación a medir.

La rama móvil, rama que acompaña el movimiento.

La rama fija, se mantiene estática en dirección a la referencia anatómica marcada.

La rama graduada es de 360 grados numerados en dos hemisferios de 180 grados cada uno.

El presente estudio se va a evaluar la movilidad articular mediante goniometría en el tobillo lesionado, los movimientos a valorar son plantiflexión y dorsiflexión (Norkin, C. 2006).

3.4.3 Escala Visual Análoga (EVA)

Es una escala que mide el dolor local según la reactividad del paciente, consiste en una línea recta que va desde el 0 a 10 cm, en el extremo izquierdo se marca como “ningún dolor referido” y con el número 0, y en el extremo derecho indica

como “dolor insoportable” referido con el número 10. El paciente marca en la línea el punto que mejor describa la reactividad de su dolor (Cheatham. 2017).

3.4.4 Cinta Métrica

Es conocido también como flexómetro o metro, esta cinta puede estar hecha de aluminio, tela, plástico y acero, en la que se marca centímetros y milímetros hasta una longitud de 1,50 metros, sirve para medir distancias, longitudes y perímetros de distintas índoles.

Con ella se obtienen una medida exacta entre la distancia de dos puntos anatómicos (antropometría) en forma rectilínea o circular (perímetros o longitudes) permite evaluar alteraciones de un segmento corporal en relación a los parámetros mencionados.

Esta herramienta va a medir el perímetro del edema en el esguince, alrededor de maléolos y retropié (Hidding et al., 2016; Martini, 2018).

3.4.5 Tabla de contabilización

Es una hoja que se usa para anotar el número de sesiones de terapia y el número de días que el jugador se demoró en la recuperación, acompañado del nombre y firma de cada jugador lo que permite un mejor control y contabilización el momento de juntar y analizar los datos estadísticos.

3.4.6 Ficha de recolección de datos

Esta ficha hace referencia a una historia clínica, en la que constan datos personales y los resultados de la evaluación de cada variable establecida de cada jugador.

3.5 Procedimiento Experimental

El diagnóstico médico lo determinarán los médicos Juan Barriga Traumatólogo de Liga Deportiva Universitaria de Quito y el doctor Marcelo Gallardo del C.D. El Nacional. La evaluación kinésica pre y post tratamiento se va a realizar por los terapeutas Fernando Iza en Liga Deportiva Universitaria de Quito y Leandro Simbaña del C.D. El Nacional. La recolección, análisis e interpretación de la información realizan los investigadores Erick Ledesma y Heidy Alvear conjuntamente con los fisioterapeutas de cada club.

3.5.1 Evaluación antes y después del tratamiento

- Dolor mediante EVA, la cual se va a preguntar al paciente y se le va a pedir que dibuje una “X” encima de la línea de 10cm según el número que describa la reactividad del dolor que presente el jugador.
- Medición de los perímetros alrededor de los maléolos y del retropié (calcáneo y astrágalo) mediante la cinta métrica para cuantificar el edema presentado en dichas zonas.
- Rango articular mediante goniómetro, se le pide al paciente que realice los movimientos de plantiflexión de tobillo respetando el dolor (Tabla 1).

Tabla 1

Puntos clave para evaluación de plantiflexión en tobillo.

Movimiento	Plantiflexión
Posición del paciente	Paciente en decúbito supino con cadera y rodilla en posición neutra (0 grados); y tobillo a 90 grados (neutro) en relación a la pierna.
Posición del goniómetro	A 90 grados
Fulcro	Sobre el maléolo externo
Rama fija	Alineada con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia ósea la cabeza del peroné.
Rama móvil	Alineada con la línea media longitudinal del quinto metatarsiano.

Procedimiento	Se pide al paciente que realice el movimiento tomando firmemente la rama fija con la mano craneal y con la mano caudal se mueve la rama móvil en dirección al movimiento siguiendo la alineación.
Valores normales	50 grados

Tomado de (Norkin, C. 2006).

- Rango articular mediante goniómetro, se le pide al paciente que realice el movimiento de dorsiflexión de tobillo respetando el dolor (Tabla 2).

Tabla 1

Puntos clave para evaluación de plantiflexión en tobillo.

Movimiento	Dorsiflexión
Posición del paciente	Paciente en decúbito prono con cadera en posición neutra (0 grados), rodilla en flexión de 90 grados y tobillo a 90 grados (neutro) en relación a la pierna.
Posición del goniómetro	A 90 grados
Fulcro	Sobre el maléolo externo
Rama fija	Alineada con la línea media longitudinal de la pierna tomando como referencia ósea la cabeza del peroné.
Rama móvil	Alineada con la línea media longitudinal del quinto metatarsiano.
Procedimiento	Se pide al paciente que realice el movimiento tomando firmemente la rama fija con la mano craneal y con la mano caudal se mueve la rama móvil en dirección al movimiento siguiendo la alineación.
Valores normales	30 grados

Tomado de (Norkin, C. 2006).

- Después de realizar el tratamiento se verificará el tiempo en días del regresó a las actividades físicas del jugador mediante una tabla propia de contabilización, realizando pruebas de ejercicios básicos como saltar, trotar, correr, acelerar y desacelerar, etc.

3.6 Análisis de la información

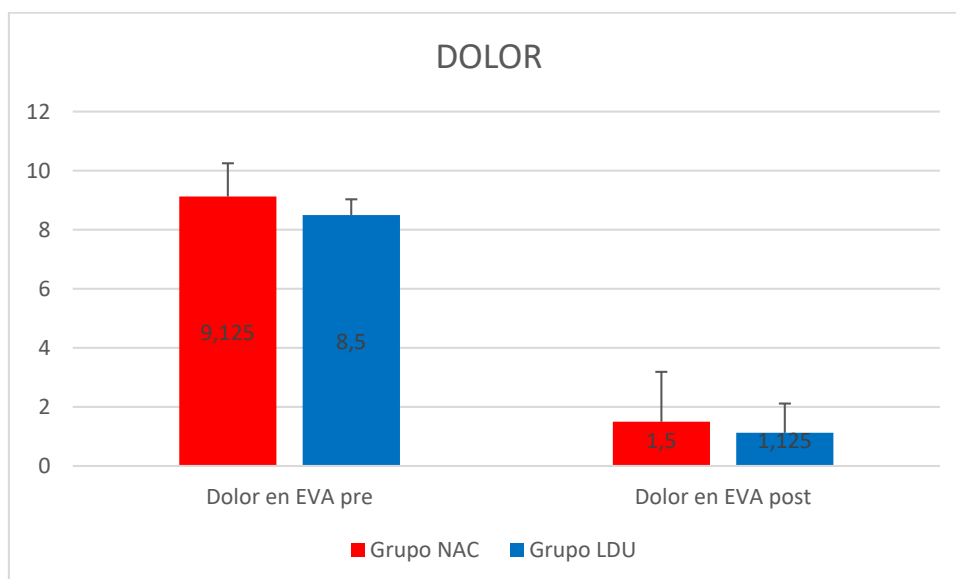
Se analizará los resultados pre y post tratamiento en los aspectos de tiempo, dolor, rango de movimiento y edema. Se realizará un ANOVA en medidas repetidas para diferenciar los grupos de evaluación para comprobar la eficacia del programa de tratamiento. Para comprobar el nivel de significancia el valor de P será menor a 0,05 en las variables mencionadas. El paquete estadístico que se va a utilizar es el Statística 8.0.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Dolor

El análisis en ANOVA a medidas repetidas, para evaluar el dolor en el tobillo mediante la escala visual análoga (EVA) en pacientes con esguince de tobillo, no encontró un efecto principal grupo significativo ($F_{(1,14)} = 1.1728$, $p = 0.297$), sin embargo si existió un efecto principal medición significativo ($F_{(1,14)} = 454.05$, $p = 0.000$), pero no hubo significancia en la interacción entre grupo y medición ($F_{(1,14)} = 0.12613$, $p = 0.727$).



*Nota: Valor $p = 0,005^{**}$*

Figura 10. Resultados de dolor en EVA.

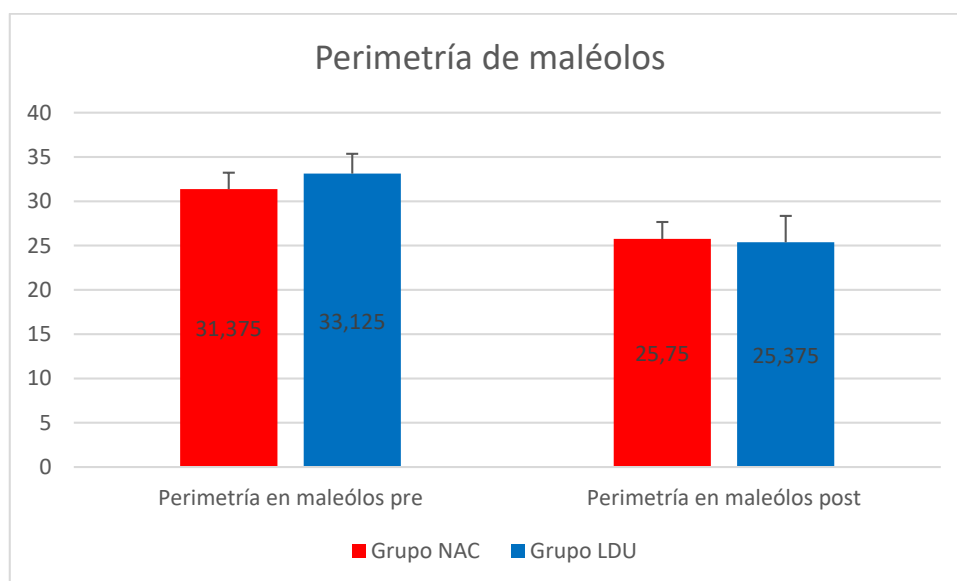
4.2 Perimetría

4.2.1 Perimetría en maléolos

El análisis en ANOVA a medidas repetidas, para evaluar la perimetría alrededor de los maléolos en el tobillo mediante la cinta métrica en pacientes con esguince de tobillo, no se encontró una diferencia significativa en el resultado principal grupo ($F_{(1,14)} = 0.39086$, $p = 0.541$). Además, hubo una gran diferencia significativa

en el efecto principal de medición ($F_{(1,14)} = 468.67$, $p=0.000$), al igual que en la interacción entre grupo y medición ($F_{(1,14)} = 11.830$, $p=0.003$).

El post-hoc de Tukey compara los resultados del pre y post tratamiento intra grupo que presenta una significancia entre el grupo NAC ($p=0.000$), al igual que el grupo LDU con una diferencia significativa ($p=0.000$); además no se encontró un efecto inter grupo significativo entre el post-test del grupo NAC y LDU de ($p=0.987$).



Nota: Valor $p < 0,005$ **

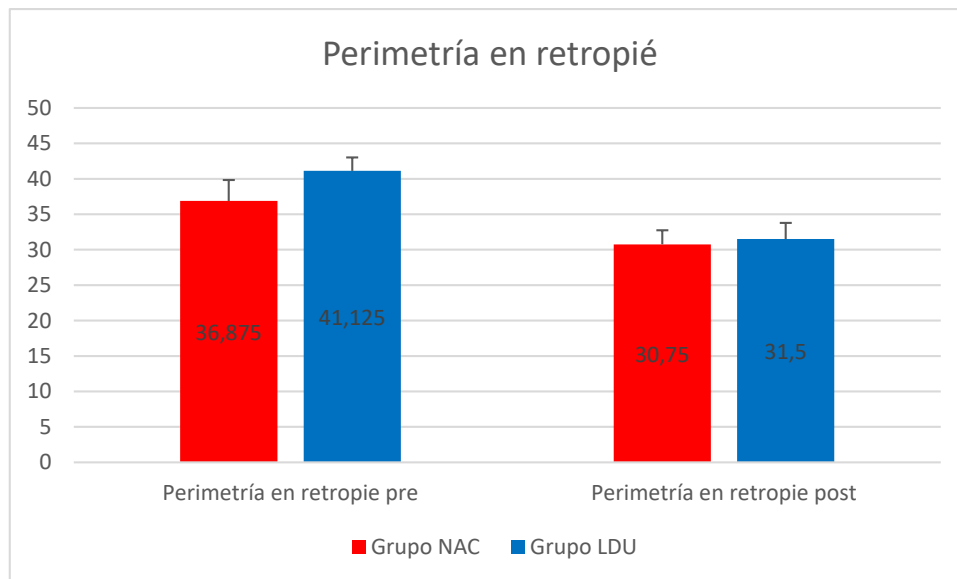
Figura 11. Resultados de perimetría en maléolos

4.2.2 Perimetría en retropié

El análisis en ANOVA a medidas repetidas, para evaluar la perimetría alrededor del retropié en el tobillo mediante la cinta métrica en pacientes con esguince de tobillo, se encontró una diferencia significativa del resultado principal grupo ($F_{(1,14)} = 5.6968$, $p=0.031$). Además, se observó una gran diferencia significativa en el efecto principal de medición ($F_{(1,14)} = 263.35$, $p=0.000$), al igual que en la interacción entre grupo y medición ($F_{(1,14)} = 13.005$, $p=0.002$).

El post-hoc de Tukey compara los resultados del pre y post tratamiento intra grupo que presenta una significancia entre el grupo NAC ($p=0.000$), al igual que

el grupo LDU con una diferencia significativa ($p=0.000$); además no se encontró un efecto inter grupo significativo entre el post-test del grupo NAC y LDU de ($p=0.914$).



Nota: Valor $p < 0,005$ **

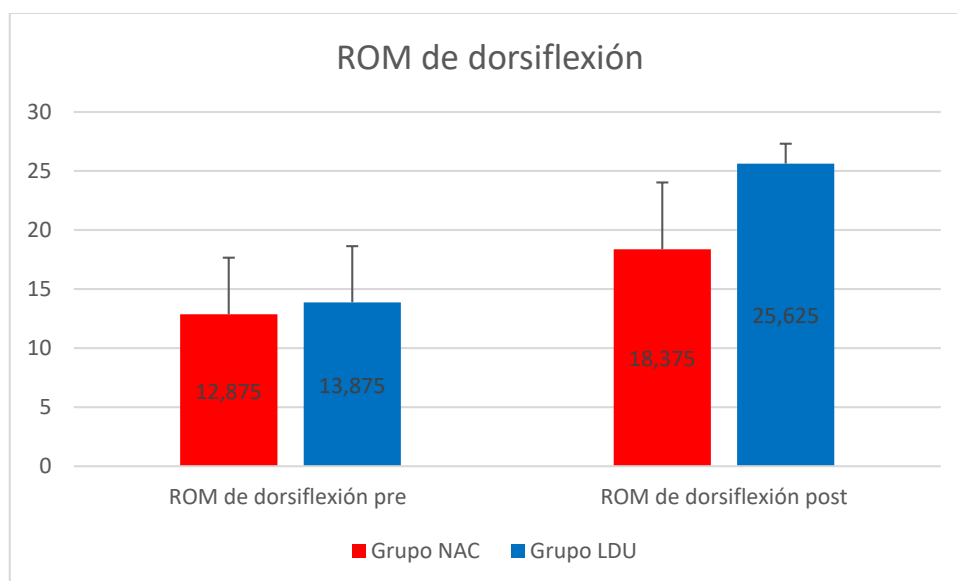
Figura 12. Resultados de perimetría en retropié

4.3 Rango óptimo del movimiento (ROM)

4.3.1 ROM de dorsiflexión

El análisis en ANOVA a medidas repetidas, para evaluar el ROM de dorsiflexión en el tobillo mediante el goniómetro en pacientes con esguince de tobillo, no se observó una diferencia significativa en el resultado principal grupo ($F_{(1,14)} = 3.9233$, $p=0.067$). También, hubo una gran diferencia significativa en el efecto principal de medición ($F_{(1,14)} = 107.16$, $p=0.000$), al igual que en la interacción entre grupo y medición ($F_{(1,14)} = 14.068$, $p=0.002$).

El post-hoc de Tukey compara los resultados del pre y post tratamiento intra grupo que presenta una significancia entre el grupo NAC ($p=0.001$) y el grupo LDU con una diferencia significativa ($p=0.000$); al igual que el resultado inter grupo con una diferencia significativa entre el grupo NAC y LDU de ($p=0.021$).



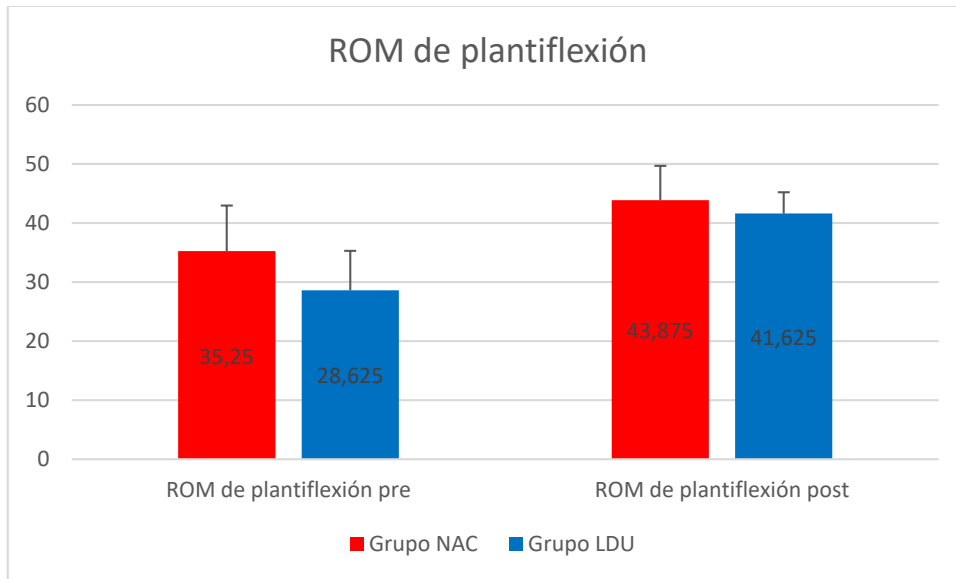
Nota: Valor $p < 0,05$ *, $p = 0,005$ **

Figura 13. Resultados de ROM de dorsiflexión

4.3.2 ROM de plantiflexión

El análisis en ANOVA a medidas repetidas, para evaluar el ROM de plantiflexión en el tobillo mediante el goniómetro en pacientes con esguince de tobillo, no se observó una diferencia significativa en el resultado principal grupo ($F_{(1,14)} = 2.3113$, $p = 0.150$). Además, hubo una gran diferencia significativa en el efecto principal de medición ($F_{(1,14)} = 131.02$, $p = 0.000$), al igual que en la interacción entre grupo y medición ($F_{(1,14)} = 5.3627$, $p = 0.036$).

El post-hoc de Tukey compara los resultados del pre y post tratamiento intra grupo que presenta una significancia entre el grupo NAC ($p = 0.000$), al igual que el grupo LDU con una diferencia significativa ($p = 0.000$); además no se encontró un efecto inter grupo significativo entre el post-test del grupo NAC y LDU ($p = 0.882$).



Nota: Valor $p < 0,005$ **

Figura 14. Resultados de ROM de plantiflexión

Tiempo

El análisis ANOVA a una vía, para evaluar el tiempo de regreso al campo de entrenamiento no encontró una diferencia significativa entre el grupo NAC y LDU ($F_{(1,14)} = 0.63636$, $p = 0.438$).

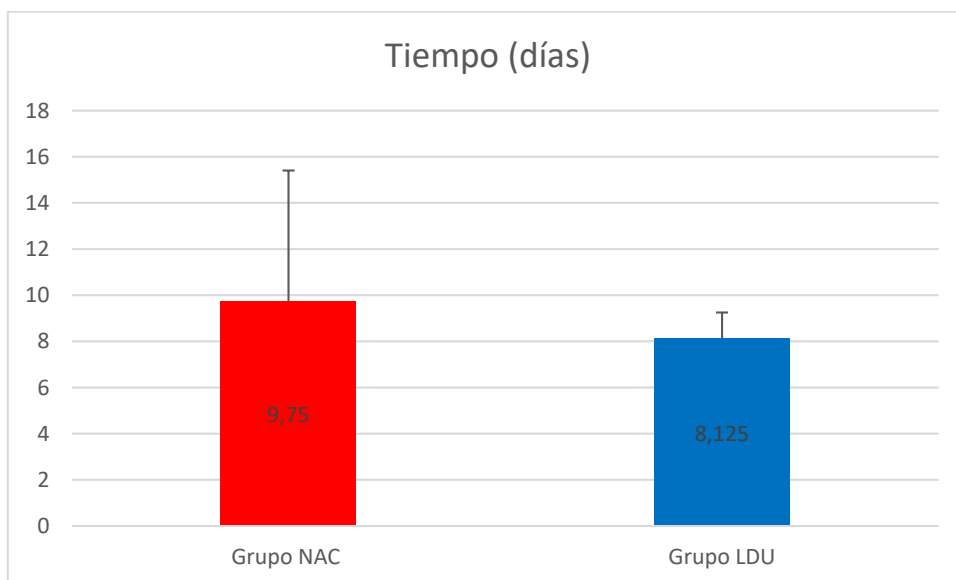


Figura 15. Resultados de tiempo

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

5.1 Discusión

Debido al limitado sustento bibliográfico, hasta donde se sabe, este es el primer estudio enfocado en un tratamiento usando la caminadora anti-gravitatoria Alter-G®. El objetivo de nuestro estudio se basó en analizar el efecto de la máquina en la reintegración a la actividad física en esguinces de tobillo en jugadores de fútbol profesionales. Se evaluaron los aspectos: dolor, edema, rango articular y sobre todo el tiempo en la reintegración al campo de entrenamiento.

De acuerdo a los resultados hallados se puede decir que la caminadora anti-gravitatoria Alter-G® presentó un efecto positivo en los aspectos evaluados para la reintegración a la actividad física.

El uso de la caminadora anti-gravitatoria Alter G® como coadyuvante o ayuda en la rehabilitación del esguince de tobillo no han sido estudiados, por tal razón, nos hemos visto obligados a comparar los efectos con otros de un tratamiento convencional efectivo. Así lo reporta (La Touche, 2006) en su estudio de revisión bibliográfica, en donde el láser, ultrasonido, etc., mostraron ser poco o nada efectivos en el tratamiento de esguinces de tobillo, pero a nivel de la recuperación de la movilidad, las movilizaciones analíticas específicas han demostrado ser específicas, por ello según los estudios consultados esto es lo más utilizado y recomendado para una rehabilitación convencional en los esguinces de tobillo. En el estudio de (Guirao, 2004) reporta que el tratamiento convencional en un esguince de tobillo grado I no requiere mucha atención, pero se debería colocar crioterapia, un reposo activo moderado, elevación de la extremidad y compresión durante 2 o 3 días para posteriormente permitir una carga de peso completa. Por otro lado la rehabilitación en un esguince de tobillo grado II y parcial en el grado III han sido separadas en tres fases: la fase 1, reposo activo, crioterapia, compresión elevación, descarga de peso, ultrasonido, láser en los ligamentos afectados, masaje en la masa muscular de los tendones afectados; la fase 2, movimientos activos libres, fuerza y propiocepción del tobillo; la fase 3, incluye ejercicios y el reentrenamiento de actividades

específicas del deporte que practicaba, previo al retorno por completo del entrenamiento.

La utilización de la caminadora anti-gravitatoria Alter G ® como complementación terapéutica en el tratamiento de los esguinces de tobillo, determinó una mejoría en las variables medidas así:

Rango de movimiento, la amplitud articular se la evaluó en plantiflexión y dorsiflexión, movimientos realizados en la articulación tibioperoneoastragalina; los rangos medidos en el post tratamiento fueron mayores a las realizadas en el pie con una potencia menor a 0,05 lo que estadísticamente es significativo al compararlo con los pacientes del C.D. El Nacional quienes realizaron solo el tratamiento convencional, la significancia estadística fue también de menor a 0,05, lo que quiere decir que ambas técnicas son efectivas para mejorar el rango de movimiento.

Con el tratamiento convencional específico e individualizado en pacientes con esguince de tobillo se ha observado una mejoría en el aumento del rango de movimiento, por lo que auxilia a la capacidad de la marcha normal y a las actividades diarias de los afectados; en caso de deportistas, la mejoría del rango de movimiento en el tobillo ayuda a volver al deporte habitual (Pérez, 2004).

Edema, se refiere al volumen de la inflamación, acumulo de líquido entre los maléolos y en el retropié, colateral y posterior; se midió con la cinta métrica. El perímetro del edema disminuyó con el valor menor a $p=0,05$. Si esto lo comparamos con la revisión sistemática publicada por (Gutiérrez, 2010) quien estudió la comparación de los efectos del termoterapia, crioterapia y baño de contraste en el edema de esguince de tobillo en el grado I y II, en 30 participantes divididos en grupos de 10 personas en cada variable, con una sola aplicación diaria, con una duración de 20 minutos por 3 días de tratamiento, los autores concluyen que la crioterapia es más significativa en la eficacia en la reducción del edema entre 3-5 días que el calor y el baño de contraste.

Dolor, se refiere a la sensación o reactividad del paciente del dolor al movimiento, palpación, carga de peso, alrededor del tobillo en las zonas lateral, anterior y posterior, se evaluó subjetivamente con la Escala Visual Análoga (EVA). El dolor según el paciente disminuyó con un valor menor a $p=0,05$. En el estudio realizado

por (Bleakley, 2006) comparó la eficacia de un protocolo de tratamiento intermitente de crioterapia vs uno estándar para esguince de tobillo en un grupo de 89 sujetos, un grupo de 46 sujetos con tratamiento de hielo estándar se aplicaba durante 20 minutos cada 2 horas, en el otro grupo de 43 sujetos con aplicación de hielo intermitente durante 10 minutos, descanso de 10 minutos y nueva aplicación durante 2 horas. Los autores concluyeron que la aplicación de la crioterapia intermitente después de un esguince de tobillo fue significativa en la reducción del dolor en comparación con el protocolo estándar.

EVA como herramienta para evaluar el dolor se considera como buena o muy buena durante los tres días de seguimiento pero es muy subjetiva, siendo mejor en pacientes superiores a los 65 años (Díez, 2011).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Tras el análisis realizado se concluye que la caminadora anti-gravitatoria Alter G[®] como complemento en el tratamiento de esguince de tobillo ayudó en la mejoría de los aspectos de dolor, edema, rango de movimiento y tiempo en la reintegración al campo de entrenamiento.

Desde el punto de vista clínico la caminadora anti-gravitatoria Alter G[®] tuvo un efecto positivo en el tratamiento de esguince de tobillo, pero desde el punto de vista estadístico no tuvo un mayor efecto, comparando con un tratamiento convencional, puesto que no hubo una diferencia significativa, a excepción del rango de movimiento de dorsiflexión en el que si tuvo una diferencia significativa menor a $p=0,05$.

En el aspecto del tiempo a la reintegración al campo de entrenamiento del jugador después del uso de la caminadora existió una diferencia de aproximadamente 1 día y medio en comparación con el tratamiento convencional.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que en estudios posteriores acerca de la caminadora anti-gravitatoria Alter-G[®] se utilice una muestra más amplia para tener una mejor interpretación de los efectos. Para una valoración más objetiva y más acertada del dolor se aconseja el uso del algómetro con el propósito de saber la reactividad del tejido y así poder distinguir la progresión del dolor antes y después del tratamiento.

Se puede aumentar variables a evaluar para observar si existen algún otro cambio además del dolor, edema, rango de movimiento y tiempo a la reintegración.

Al no hallar un amplio respaldo bibliográfico se debe tomar en cuenta, realizar más estudios acerca de la caminadora anti-gravitatoria como uso en el tratamiento en lesiones frecuentes y en grandes poblaciones. Cabe recalcar que

en este estudio se evaluó las variables extrínsecas más funcionales como criterios básicos para que un deportista vuelva a su entrenamiento habitual.

REFERENCIAS

- Abrahams, P., Boon, J., & Spratt, J. (2008). *Clinical Atlas of Human Anatomy*. 6ª Ed. China: Ed. Elsevier.
- Álvarez Henao, J. L. (2014). *IPS Rehabilitation*. Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista. 18(2).
- Arguelles, A., et al. (2015). Capacidad aeróbica, fuerza muscular, niveles séricos de fosfocreatincinasa y pruebas ergométricas en pacientes con polimiositis y/o dermatomiositis. *Rev. Cubana de Reumatología*. 17 (1).
- Biel, A. (2017). *Guía topográfica del Cuerpo Humano: Como localizar huesos, músculos y otros tejidos blandos*. 2ª Ed. España, Badalona: Editorial Paidotribo. Pp. 354-403.
- Bleakley, C., et al. (2006). Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomised controlled study of two different icing protocols. *Br J Sports Med*. 40 (5).
- Brotzman, S., & Manske, R. (2012). *Rehabilitación ortopédica clínica: un enfoque basado en la evidencia*. 3ª Ed. España. Barcelona: Editorial Elsevier.
- Bugbee, W., Pulido, P., Goldberg, T., & D'Lima, D. (2016). Use of an Anti-Gravity Treadmill for Early Postoperative Rehabilitation After Total Knee Replacement: A Pilot Study to Determine Safety and Feasibility. *American journal of orthopedics*.
- Cael, C. (2013). *Anatomía funcional: Estructura, función y palpación del aparato locomotor para terapeutas manuales*. 1ª Ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- Cameron, M. (2013). *Agentes Físicos En Rehabilitación*. España, Barcelona: Elsevier.

- Chávez, L., Niño, A., Pérez, M., & Quintero, M. (2012). Capacidad Aeróbica en un Grupo de Adultos Mayores Institucionalizados en el Distrito de Barranquilla. *Rev. Salud Mov.* 4 (1).
- Cheatham, S., Kolber, M., Mokha, M., & Hanney, W. (2017). Concurrent validity of pain scales in individuals with myofascial pain and fibromyalgia. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22 (2), 355–360.
- Costa, T., Garganta da Silva, J., Greco, J. (2010). Principios tácticos del fútbol: conceptos y aplicaciones. *Rev. Futbol Tactico*, 27–47
- Díez, F., et al. (2011). Concordancia entre la escala verbal numérica y la escala visual analógica en el seguimiento del dolor agudo postoperatorio. *Rev. Española de Anestesiología y Reanimación*. 58 (5).
- Guirao, L., Pleguezuelos, E., & Pérez, M. (2004). Tratamiento funcional del esguince de tobillo. *Rev. Rehabilitación*. 38 (4). Pp. 182-187.
- Gutiérrez, H., Lavado, I., & Méndez, S. (2010). Revisión sistémica sobre el efecto analgésico de la crioterapia en el manejo del dolor de origen músculo esquelético. *Rev. De la Sociedad Española del Dolor*. 17 (5). Pp. 242-252.
- Gutiérrez, M., & Gutiérrez, A. (2009). *Atlas de Anatomía*. España: Ed. Equipo de Edición.
- Henkelmann, R., Schneider, S., Müller, D., Gahr, R., Josten, C., & Böhme, J. (2017). Outcome of patients after lower limb fracture with partial weight bearing postoperatively treated with or without anti-gravity treadmill (alter G®) during six weeks of rehabilitation—a protocol of a prospective randomized trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 18(1), Pp. 104.
- Hidding, J. T., Viehoff, P. B., Beurskens, C. H. G., van Laarhoven, H. W. M., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., & van der Wees, P. J. (2016). Measurement Properties of Instruments for Measuring of Lymphedema:

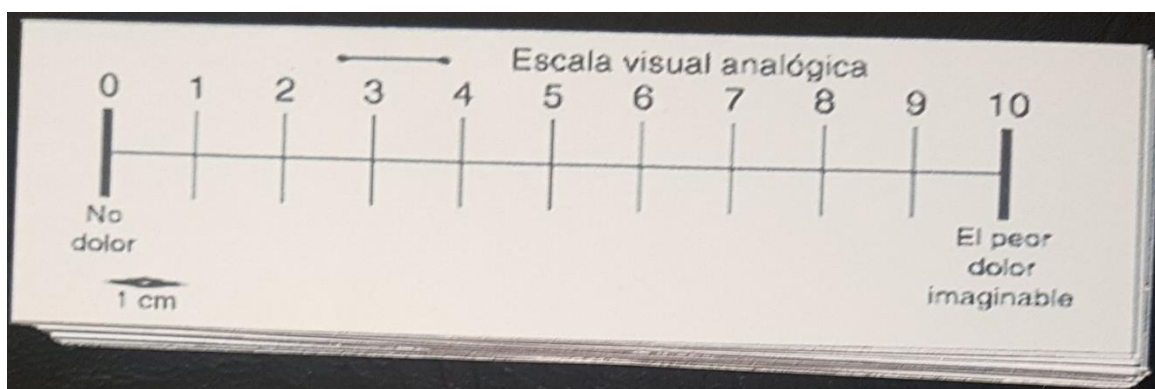
- Systematic Review. *Physical Therapy*, 96(12), 1965–1981.
<https://doi.org/10.2522/ptj.20150412>
- Huang, C., Schroeder, E., & Powers, C. (2018). Antigravity treadmill training during the early rehabilitation phase following unicompartmental knee arthroplasty: A case series. *Physiotherapy theory and practice*, 1-6.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Buenos Aires, Madrid: Editorial Médica Panamericana. Pp. 116-118.
- Kapandji, A. (2010). *Fisiología articular, Miembro inferior. Tomo 2. (6.ª Ed.)*. Madrid, España: Panamericana. Pp. 156-171.
- Kline, J., McNeill, D., de Heer, H, & Coast, R. (2015). Oxygen consumption of elite distance runners on an anti-gravity treadmill? *Journal of Sports Science and Medicine*. 14(2), 333–339.
- La Touche, R., Escalante, K., & Martín, J. (2006). Actualización en el tratamiento fisioterápico de las lesiones ligamentosas del complejo articular del tobillo. *Rev. Fisioterapia*. 28 (2). Pp. 75-86.
- Langer, M., Byrne, H., Henry, T., Lewis, G., & Mattern, C. (2017). El Efecto del Ultrasonido Portátil de Baja Intensidad en el Lactato Sanguíneo y el Rendimiento Muscular después del Ejercicio de Resistencia de Alta Intensidad-Ciencias del Ejercicio. *Revista de Entrenamiento Deportivo*.
- Latarjet, M., & Ruiz, A. (2014). *Anatomía Humana*. 4ª Ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. Pp. 769-779.
- Lawrence, J. R. (Ed.). (2017). *Advances in laser materials processing: technology, research and applications*. Woodhead Publishing.
- López, J. (2011). *Manual ECOE AMIR: Evaluación Clínica Objetiva y Estructurada*. España, Madrid: Editorial Marbán. Pp. 67-69.
- Lütjen-Drecoll, E., & Rohen, J. (2012). *Anatomía: un viaje al interior del cuerpo humano*. 1ª Ed. Buenos aires: Ed. Médica Panamericana.

- Martini, M., Klausning, A., Lüchters, G., Heim, N., & Messing-Jünger, M. (2018). Head circumference - a useful single parameter for skull volume development in cranial growth analysis? *Head and Face Medicine*, 14(1), 1–8.
- McNeill, D., De Heer, H., Bounds, R., & Coast, R. (2015). Accuracy of unloading with the anti-gravity treadmill. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 29(3), 863-868.
- Mikami, Y., Fukuhara, K., Kawae, T., Kimura, H., & Ochi, M. (2015). The effect of anti-gravity treadmill training for prosthetic rehabilitation of a case with below-knee amputation. *Prosthetics and orthotics international*.
- Moore, M., Vandenakker-Albanese, C., & Hoffman, M. (2010). Use of Partial Body-Weight Support for Aggressive Return to Running After Lumbar Disk Herniation: A Case Report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 91(5), 803–805.
- Murguía-Cánovas, G., & Ortiz, M. I. (2018). Efecto de la crioterapia de cuerpo entero sobre variables fisiológicas en jugadores de fútbol. *Lecturas: Educación Física y Deportes*.
- Norkin, C., & White, D. (2006). *Goniometría: Evaluación de la movilidad articular*. España, Madrid: Marbán. Pp. 241-243.
- Pérez, J., et al. (2004). Guía clínica para la atención del paciente con esguince de tobillo. *Rev. Medicina*. 42 (5). Pp. 437-444.
- Regnault, C. (2017). *Masaje: Conozca los principales beneficios del masaje y las técnicas más adecuadas para conseguirlos*. Robinbook.
- Rincón, E., et al. (2011). Rehabilitación cardiaca en el pre y post quirúrgico de Bypass Gástrico (reporte de caso – revisión bibliográfica). *Rev. Fisioterapia Iberoamericana*. 5(1).

- Rouvière, H., & Delmas, A. (2005). *Anatomía Humana: Descriptiva Topográfica y Funcional*. 11ª ed. España, Barcelona: Editorial Elsevier. Pp. 348-464.
- Ruiz, A., & Latarjet, M. (2014). *Anatomía humana tomo 1*. 4ª Ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana. Pp. 769-779.
- Seco, Q. (2016). *Fisioterapia en Especialidades Clínicas*. España, Madrid: Editorial Médica Panamericana. Pp. 307-313.
- Thomson, A., Einarsson, E., Witvrouw, E., & Whiteley, R. (2017). Running speed increases plantar load more than percent body weight on an AlterG® treadmill. *Journal of sports sciences*, 35(3), 277-282.
- Tortora, G., & Derrickson, B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*. 13ª Ed. México: Editorial Médica Panamericana.
- Zaragoza-Velasco, K., & Fernández-Tapia, S. (2013). Artículo de revisión Ligamentos y tendones del tobillo: anatomía y afecciones más frecuentes analizadas mediante resonancia magnética. *Rev. Anales de Radiología México*, 122(2), 81–94.

ANEXOS

Anexo 1 (Escala Visual Análoga EVA)



Anexo 2 (Goniómetro)



Anexo 3 (Cinta métrica)



Anexo 4 (Caminadora anti-gravitatoria Alter-G ®)



Anexo 5 (Ficha de datos)

Fecha de ingreso:		Nº de historia clínica:		
Nombres:	Apellidos:		Edad:	
Ocupación:	Lateralidad:		Diagnóstico médico:	
Peso:	Estatura:		IMC:	
Alergias:	Medicamentos:		Antecedentes quirúrgicos:	
Hábitos:	Nutrición:		Tabaco:	
	Actividad física:		Alcohol:	
EVALUACIÓN				
	Pre		Post	
	Derecho:	Izquierdo:	Derecho:	Izquierdo:
Dolor con EVA:				
Perímetros:				
Movilidad activa con goniometría:				

Anexo 6 (Tabla de contabilización)

Grupo NAC					
Nº	Nombre del participante	Diagnóstico médico	Nº de sesiones	Días a la reintegración	Firma
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

