



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

**COMPORTAMIENTO DEL BALANCE
ESTÁTICO Y DINÁMICO, MEDIANTE
TERAPIA VIBRATORIA EN SUJETOS
JÓVENES CON ANTECEDENTES DE
ESGUINCE DE TOBILLO: UNA REVISIÓN DE
LA LITERATURA**

Trabajo presentado para optar al Título Profesional de Kinesiólogo

**AUTORES: ANDRÉS ELIACER REBOLLEDO PINO
EDUARDO ARTURO SÁNCHEZ ORREGO
PATRICIA ESTEFANY VILCHES NILO**

PROFESOR GUÍA: CRISTIAN CAPARROS M.

TALCA – CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

©2020, Cristian Caparros Manosalva, Andrés Rebolledo Pino, Eduardo Sánchez Orrego, Patricia Vilches Nilo. Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

1.1. AGRADECIMIENTOS

Al profesor y kinesiólogo Cristian Caparros Manosalva, guía de esta Tesis, por su tiempo, su paciencia, su apoyo y su colaboración, sin los cuales la realización de este trabajo hubiera resultado muy difícil.

A nuestros padres, familiares y seres queridos, que han estado con nosotros durante todo este proceso transmitiéndonos su apoyo y confianza de manera incondicional.

1.2.TABLA DE CONTENIDOS

1.		
1.1.	AGRADECIMIENTOS	iii
1.2.	TABLA DE CONTENIDOS	iv
1.3.	INDICE DE TABLAS	v
1.4.	INDICE DE ILUSTRACIONES	vi
1.5.	ABREVIATURAS	vii
1.6.	RESUMEN	viii
1.7.	ABSTRACT	ix
2.		
2.1.	INTRODUCCION	10
2.2.	PREGUNTA DE INVESTIGACION	21
2.3.	OBJETIVOS	22
2.3.1.	Objetivo general	22
2.3.2.	Objetivos específicos	22
2.4.	METODOLOGIA	23
2.4.1.	Búsqueda bibliográfica	23
2.4.2.	Estrategia de búsqueda	24
2.4.3.	Criterios de selección	26
2.4.4.	Extracción de datos	27
2.5.	RESULTADOS	28
2.6.	DISCUSION	35
2.6.1.	Balance estático y dinámico	36
2.6.2.	Propiocepción	40
2.6.3.	Comparativa: WBV v/s TVL	42
2.7.	CONCLUSION	46
3.	REFERENCIA Y PAGINAS FINALES	51
4.	BIBLIOGRAFIA	51

1.3.INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Artículos analizados en la revisión bibliográfica	33
---	----

1.4.INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Flujograma de búsqueda y artículos seleccionados29

1.5.ABREVIATURAS

AII : Ankle Instability Instrument

AP : Anteroposterior

BESS : Balance Error Scoring System

CAIT: Cumberland Ankle Instability Test

COP : Centro de presión

ELT : Esguince Lateral de Tobillo

FAAM: Foot and Ankle ability Measure

ICT : Inestabilidad Crónica de Tobillo

IdFAI: Cuestionario de Identificación de Inestabilidad Funcional de Tobillo

IFT : Inestabilidad Funcional de Tobillo

LM : Lateromedial

SEBT: Star Excursion Balance Test

TVL : Terapia Vibratoria Localizada

WBV : (Whole-Body Vibration) Bibración de Cuerpo Completo

1.6.RESUMEN

Objetivos: Revisar la eficacia de la terapia vibratoria en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo sobre el balance y propiocepción.

Metodología: Se realizó una revisión de la literatura disponible en las bases de datos PubMed, PEDro, y EBSCO, buscando todas las entradas posibles desde enero de 2010 hasta junio de 2020, en idioma español e inglés, utilizando palabras claves y aplicando los criterios de selección elaborados a través de una estrategia PICOT quedando un total de 7 artículos aceptados para la revisión y para la extracción de datos se construyó una tabla personalizada por parte de 2 autores.

Resultados: De los 7 estudios válidos para la elaboración de esta revisión 4 eran estudios controlados y los otros 3 consistían en estudios descriptivos donde uno de ellos fue un estudio de laboratorio. Las poblaciones de estudio fueron intervenidas con terapia vibratoria de cuerpo completo, vibración localizada y grupos control.

Conclusiones: Ambas modalidades de terapia vibratoria, entregan resultados positivos en el balance en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo, complementada con entrenamiento de balance y propiocepción.

Palabras claves: vibración localizada, vibración de cuerpo completo, balance, propiocepción, inestabilidad funcional de tobillo, inestabilidad crónica de tobillo.

1.7.ABSTRACT

Objectives: To review the efficacy of vibration therapy in subjects with functional ankle instability on balance and proprioception.

Methodology: A review of the literature available in the PubMed, PEDro, and EBSCO databases was carried out, searching for all possible entries from January 2010 to June 2020, in Spanish and English, using keywords and applying the selection criteria developed. Through a PICOT strategy, a total of 7 articles were accepted for review and for data extraction, a personalized table was constructed by 2 authors.

Results: Of the 7 valid studies for the preparation of this review, 4 were controlled studies and the other 3 consisted of descriptive studies where one of them was a laboratory study. The study populations were treated with whole body vibration, localized vibration and control groups.

Conclusions: Both vibration therapy modalities deliver positive results in balance in subjects with functional ankle instability, complemented with balance training and proprioception.

Key words: localized vibration, whole body vibration, balance, proprioception, functional ankle instability, chronic ankle instability

2.1.INTRODUCCIÓN

El esguince de tobillo es reconocido como una de las lesiones traumáticas más frecuentes tratadas en los servicios de salud. (Farr, B.K., 2017) Su incidencia en la población mundial señala que se produce un esguince de tobillo por cada 10.000 personas al día y aproximadamente en personas físicamente activas de los Estados Unidos es del 15%, con un número de casos cercano a los 2 millones (Rincón Cardozo, D.F. et al, 2015), con 23000 casos por día aproximadamente en Estados Unidos (Hubbard, T.J. et al, 2010), mientras que en el Reino Unido rondan los 5000 casos (Doherty C. et al, 2014). Cerca de la mitad de dichos casos no están asociados a actividades deportivas, lo que sugiere que los esguinces no están limitados a sujetos que practican algún deporte (Herzog et al, 2019). En Chile, su incidencia se estima en 1 por cada 10.000 habitantes al día, 1300 casos nuevos diarios y constituyen entre el 10% y 30% de la consulta traumatológica. (Sanhueza, R. et al, 2003).

El esguince de tobillo se produce en los ligamentos laterales o mediales, según la dirección en que se mueva el pie, sometiendo a los ligamentos a una fuerza mayor a la que deberían resistir o elongados excesivamente en una dirección. El esguince de tobillo más usual se produce como resultado de una supinación excesiva que lesiona las estructuras ligamentosas laterales, principalmente los ligamentos talo fibular anterior y calcáneo fibular (Thompson & Floyd, 1999). Un estudio observó que en el 85% de los casos en donde ocurría un esguince de tobillo, se comprometía el ligamento lateral; un 10% compromete la sindesmosis; y un 5% el ligamento deltoideo. Dentro del porcentaje donde se ve afectado el ligamento lateral hay un 75% donde se compromete al ligamento talofibular anterior y en un 25% el ligamento calcáneo fibular (Rincón Cardozo, D.F. et al, 2015).

Entre las consecuencias de un esguince se encuentran la inestabilidad continua y la recurrencia del esguince (Raymond et al, 2012). De todos los sujetos que han sufrido algún tipo de esguince de tobillo, el 30% tiende a tener alguna recidiva, por lo que las personas que sufren numerosos esguinces tienen más posibilidad de presentar inestabilidad (Hertel et al, 2002). Se

estima que hasta un 20% de estas lesiones provocan el desarrollo de una inestabilidad de tobillo la cual se define como una lesión residual caracterizada por una referencia del paciente de una sensación de inestabilidad o falta de seguridad y una percepción subjetiva de que el tobillo “cede” (descrito en inglés como Giving Way) en su estabilidad articular (Cruz-Diaz, D. et al, 2015). Tropp et al. (1985) reportaron que un historial previo de Esguince Lateral de Tobillo (ELT) aumenta el riesgo de sufrir ELT recurrente, con posteriores estudios, como los de Beynnon et al (2002) y Tyler et al (2006) confirmando dicho reporte. Tropp et al. (1985), en el mismo artículo, también sugiere que factores como fallas en el control postural y atrofia muscular son importantes en el desarrollo de la inestabilidad funcional y de esguinces recurrentes, por lo que el aumento en el número de esguinces recurrentes conlleva a un aumento en la inestabilidad funcional de tobillo.

La inestabilidad funcional de tobillo es definida por Gribble et al. (2014) como “la ocurrencia de episodios incontrolables e impredecibles de inversión excesiva del retropié que no resulte en un esguince lateral de

tobillo” (Gribble, P.A. et al, 2014). Para determinar la inestabilidad funcional de tobillo se han utilizado diferentes cuestionarios, como el Ankle Instability Instrument (AII), o el FAAM (Foot and Ankle Ability Measure). (Donahue, M. et al, 2011) Sin embargo, el cuestionario CAIT (Cumberland Ankle Instability Test) ha resaltado cómo la técnica de medición de inestabilidad más confiable (reportándose una ICC de 0,96) (Donahue, M. et al, 2011). El CAIT consiste en 9 preguntas dirigidas a medir de forma subjetiva dicha afección, en el cual al obtener un puntaje menor o igual a 27 lo deja calificado con inestabilidad funcional de tobillo. (Hiller, C.E. et al, 2006). Aunque recientemente se ha descrito una alternativa con una confiabilidad similar (ICC de 0,959) llamada Cuestionario de Identificación de Inestabilidad Funcional de Tobillo (IdFAI, por sus siglas en inglés). (Gurav, R.S. et al, 2014)

Los episodios de inestabilidad y esguince de tobillo posteriores a un esguince inicial se atribuyen a alteraciones del sistema sensoriomotor (Golditz, T. at al, 2014). Aún se discute cómo los cambios fisiológicos de un esguince predisponen a un sujeto a dicha inestabilidad. Existe la hipótesis de

que la propiocepción es la responsable, existiendo un déficit propioceptivo. (Raymond, J. et al, 2012) La propiocepción se refiere a un grupo de sensaciones: la sensación de movimiento, posición de la articulación y las sensaciones relacionadas con la fuerza muscular y se ve afectada después del primer esguince de tobillo (Raymond et al, 2012). La alteración de la propiocepción produce una incapacidad para detectar la posición del pie en relación con el cuerpo debido a la alteración generada que resulta del daño de los mecanorreceptores, por lo que aumenta la sensación que percibe el sujeto de inestabilidad de tobillo. (Rendos, N.K. et al, 2017) Lo anterior produce alteraciones del balance debido a que el control postural requiere la integración de señales aferentes del sistema sensorial para producir respuestas motoras eferentes. (Ross, S.E. et al, 2010).

El déficit en el control postural puede ser cuantificado a través de diversas pruebas de balance estático y dinámico (Riemann, B.L. et al, 2002). Una prueba utilizada a menudo para cuantificar el balance dinámico es el Star Excursion Balance Test (SEBT), cuya utilidad es el de detectar déficits en el control postural del sujeto. (Gribble, P.A. et al, 2014) Un estudio realizado

por Hertel et al. (2006) estudió a sujetos con Inestabilidad Funcional de Tobillo (IFT) usando el SEBT, y éstos presentaron una disminución significativa de hasta 1,1 cm. en la distancia alcanzada a comparación del grupo control, siendo este más notorio en dirección posteromedial. Olmsted et al. (2002) obtuvo resultados similares, con un déficit significativo de 3 cm. entre la distancia alcanzada por el tobillo afectado con Inestabilidad Crónica de Tobillo (ICT) contra el tobillo no afectado.

También se ha utilizado el Test de Balance Unipodal, en el cual existen dos formas de determinar la inestabilidad de tobillo: la primera es medir el tiempo en el que el sujeto mantiene la posición unipodal durante al menos 10 segundos; si el sujeto no logra dicho tiempo en ninguna de las pruebas, se le clasifica con inestabilidad de tobillo. (Linens, S.W. et al, 2014) La segunda forma consiste en realizar la prueba durante un tiempo fijo (mínimo 15 segundos) sobre una plataforma de fuerza y medir la longitud del desplazamiento, la velocidad anteroposterior (AP) y lateromedial (LM), el rango de desplazamiento AP y LM del Centro de Presión del sujeto durante la prueba. (Trojian, T. H., et al, 2006) En una prueba realizada por Punt et al.

(2017) se observó que, en sujetos con esguince de tobillo en fase subaguda, existe un aumento del rango AP y LM (un aumento medial de 8 y 5 mm, respectivamente), de la velocidad AP y ML (7 y 3 mm/s respectivamente) y de la longitud de desplazamiento (20 mm) del centro de presión (COP), a comparación de sujetos sanos. (Punt, I.M. et al, 2017)

El tratamiento conservador de la IFT está basado en el paradigma típico del manejo agudo de lesión de tejido blando, usando los principios RICE (Rest, Ice, Compression, Elevation, por sus siglas en inglés), y también centrada en la reeducación de la propiocepción y fortalecimiento muscular de tobillo. A través de un programa que combina entrenamiento de fuerza muscular activa a través de movimientos de plantiflexión, dorsiflexión, inversión y eversión de tobillo; y entrenamiento de propiocepción de tobillo como trabajos de balance unipodal sobre MMII afectado. (Ajis, A. et al, 2006; Kim, K.J. et al, 2014) Propuesta que fue planteada por Ki-Jong Kim et al. (2014) luego de un estudio en Corea del Sur donde se comparó a tres grupos: un grupo control, un segundo grupo sometido a tratamiento de fuerza muscular de tobillo, y un tercer grupo con un entrenamiento que combinaba

fuerza muscular y propiocepción; en dicho estudio se observó que el tercer grupo obtuvo mejores resultados que los otros dos grupos (mayor torque en dorsiflexión, inversión, y eversión, y puntaje CAIT post-entrenamiento).

Sin embargo, a pesar de que se ha demostrado a través de múltiples estudios la efectividad del entrenamiento de fuerza y propioceptivo, ya sea en conjunto o por separado (Kamisky, T.W. et al, 2003), dentro de la literatura se puede encontrar situaciones donde el tratamiento conservador no ha demostrado resultados favorables o positivos en personas con FAI o CAIT, por lo que en estos casos se opta por la realización de tratamiento quirúrgico en el tobillo afectado (Loudon, J.K. et al, 2008). Por lo general, se recomienda la reparación de los ligamentos de tobillo, aunque también está la opción de la reconstrucción ligamentosa a través de implantes sintéticos, aloinjertos, o autoinjertos. (Hossain, M. et al, 2015)

La terapia vibratoria es una nueva técnica de tratamiento que se está implementando donde se aplica un estímulo mecánico oscilatorio al cuerpo o una parte del mismo (Rittweger, J. et al, 2009), en el cual se ha comprobado

que tiene múltiples efectos positivos en el organismo, como la diferenciación osteogénica, aumento de la fuerza muscular, y posible aumento de la eficiencia neuromuscular (Thompson, W.R. et al, 2014). El mecanismo neurofisiológico por el cual la terapia vibratoria opera se atribuye al reflejo vibratorio tónico, el cual es una secuencia de estiramientos y contracciones musculares rápidos que activan los husos musculares y producen fuerza de manera involuntaria (Germann, D. et al, 2018). Frecuentemente se utiliza la Vibración de Cuerpo Completo (Whole-Body Vibration (WBV), en sus siglas en inglés), terapia de ejercicio físico en la cual se utiliza una plataforma vibratoria como un complemento para programas de ejercicios centrados en la propiocepción y el balance, el cual estimula múltiples receptores a lo largo del cuerpo o la extremidad, presentando resultados positivos y demostrando una mejora del equilibrio luego de un entrenamiento de equilibrio unilateral (sobre el tobillo inestable) en sujetos con inestabilidad crónica de tobillo en la prueba de equilibrio dinámico en SEBT. (Guzmán, R.S. et al, 2018)

También se ha utilizado la Terapia Vibratoria Localizada (TVL), en la cual se aplica un estímulo vibratorio sobre un músculo específico o en un

grupo muscular. En esta terapia se ha encontrado evidencia de que tiene efectos positivos, como el prevenir los síntomas del dolor muscular tardío (Bakhtiary A.H. et al, 2007) al aplicar sus efectos en los receptores próximos al estimulador. A su vez, se ha reportado que la TVL aumenta la fuerza muscular, el flujo sanguíneo, y el sentido de posicionamiento articular. (Alghadir, A.H. et al, 2018) Sin embargo, a diferencia del WBV, existen pocas investigaciones enfocadas en la implementación de la TVL para la prevención y tratamiento de alteraciones de la propiocepción y/o balance, en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.

Se añade el hecho de que existen resultados conflictivos en estudios terapéuticos usando TLV en cuanto a sus efectos en sujetos con déficit neuromuscular se refiere. Un estudio de 1999 indica que la TVL mejora la estimulación neuromuscular (Bosco, C. et al, 1999), mientras que un estudio de Luo et al. (2008) demostró que una vibración a una frecuencia de 65 Hz y amplitud de 1.2 mm no mejora el desempeño neuromuscular en contracción muscular máxima.

Sin embargo, a pesar de dichos resultados, se ha hipotetizado que la terapia vibratoria afecta el desempeño neuromuscular al generar una adaptación o modulación de los tejidos musculoesqueléticos frente a la frecuencia vibratoria. (Martinez-Pardo, E. et al, 2015)

El enfoque de esta investigación tiene como propósito revisar la literatura sobre los efectos de la terapia vibratoria sobre la propiocepción, y sobre el balance estático y dinámico en sujetos jóvenes con antecedentes de inestabilidad funcional de tobillo. Esto nos entregaría información relevante para la rehabilitación de la dicha condición y alternativas para disminuir recurrencias y recidivas de esguinces de tobillo. Los resultados obtenidos en la presente revisión quizás ayuden a ubicar a la terapia vibratoria, tanto de cuerpo completo como localizada, como una alternativa terapéutica de impacto positivo e interesante frente a una inestabilidad funcional de tobillo.

2.2.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El uso de la terapia vibratoria provoca un efecto positivo sobre el balance y la propiocepción en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo?

2.3.OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

- ✓ Revisar la eficacia de la terapia vibratoria en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo sobre el balance y propiocepción

2.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Establecer los efectos de la terapia vibratoria sobre el balance en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.
- ✓ Establecer los efectos de la terapia vibratoria sobre la propiocepción en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.
- ✓ Comparar la efectividad de la terapia vibratoria en relación con sujetos control o frente a otras terapias más convencionales con el mismo objetivo.

2.4.METODOLOGÍA

2.4.1. Búsqueda bibliográfica

La metodología empleada para la elaboración de este trabajo ha sido llevada a cabo mediante una revisión bibliográfica sobre la inestabilidad funcional de tobillo y la terapia vibratoria utilizando la base de datos PubMed, Ebsco y PEDro buscando todas las entradas posibles desde Enero de 2010 hasta junio del año 2020 con el propósito de realizar una revisión de los artículos publicados en los últimos años, en idioma español e inglés.

2.4.2. Estrategia de búsqueda

Para la estrategia de búsqueda se utilizaron las siguientes palabras claves, agrupadas con términos MeSH y el término booleano OR con la finalidad de ir cruzando términos para obtener mejores resultados.

“Ankle Injuries” [MeSH] OR “Ankle Injury” OR “Injury, Ankle” OR “Injuries, Ankle” OR “Ankle Sprains” OR “Ankle Sprain” OR “Sprain, Ankle” OR “Sprains, Ankle” OR “Syndesmotic Injuries” OR “Injuries, Syndesmotic” OR “Injury, Syndesmotic” OR “Syndesmotic Injury” OR “Ankle Instability” OR “Functional Ankle Instability”

“Vibration” [MeSH] OR “Vibrations”

“Postural Balance”[MeSH] OR “Posture Equilibrium” OR “Equilibrium, Posture” OR “Posture Equilibriums” OR “Balance, Postural” OR “Postural Equilibrium” OR “Equilibrium, Postural” OR “Posture Balance” OR “Balance, Posture” OR “Posture Balances” OR “Musculoskeletal Equilibrium” OR “Equilibrium, Musculoskeletal” OR “Postural Control” OR “Control, Postural” OR “Postural Controls” OR “Posture Control” OR “Control, Posture” OR “Posture Controls”

“Proprioception” [MeSH] OR “Proprioceptions” OR “Position Sense” OR “Position Senses” OR “Sense, Position” OR “Senses, Position” OR “Sense of Position”

En la base de datos PEDro se utilizaron las siguientes palabras claves, utilizando el asterisco para cruzar términos y encontrar mejores resultados. El término *Instabilit** es usado para que en la búsqueda avanzada considere otras palabras que incluyen *Instabilit*, como “Instability” o “Instabilities”.

Instabilit, *Balance, *Proprioception*

En la base de datos EBSCO se utilizaron las siguientes palabras claves, agrupadas con los términos booleanos “AND” y “OR” con la finalidad de ir cruzando términos para obtener mejores resultados.

Ankle Instability OR Chronic Ankle Instability OR Cai OR Functional Ankle Instability

Proprioception OR Balance OR Neuromuscular OR Proprioceptive

Vibration Therapy OR Vibration Training OR Whole Vibration Training

Posture OR Postural Control OR Postural Stability OR Postural Sway OR Balance

2.4.3. Criterios de selección

De los resultados encontrados, 2 revisores analizaron los títulos y resúmenes aplicando criterios de selección elaborados a través de una estrategia PICOT.

<i>Patients</i>	<i>Sujetos con inestabilidad de tobillo</i>
<i>Intervention</i>	<i>Terapia vibratoria</i>
<i>Comparison</i>	<i>Sujetos control y otras terapias</i>
<i>Outcomes</i>	<i>Balance, propiocepción</i>
<i>Types</i>	<i>Experimentales, cuasiexperimentales, descriptivos</i>

2.4.4. Extracción de datos

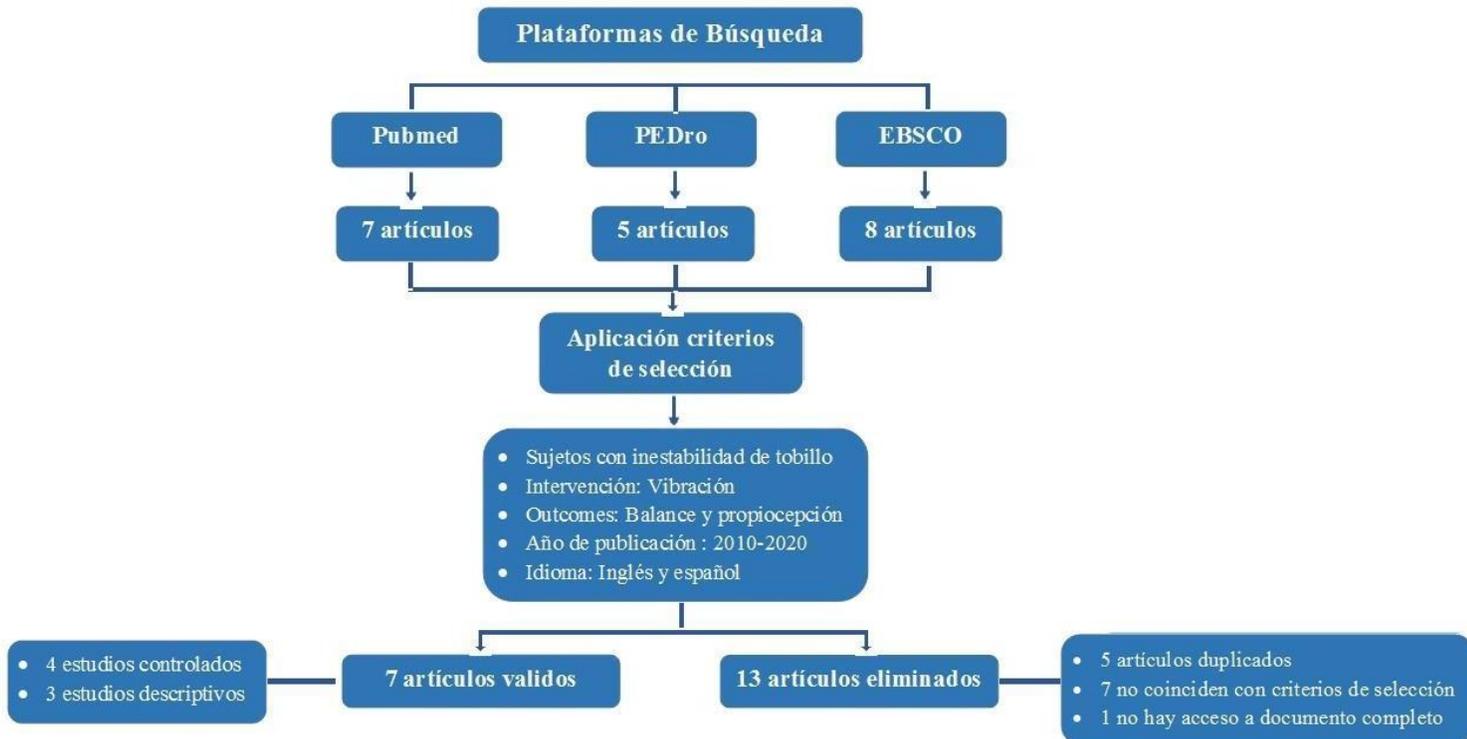
Luego se construyó, por parte de 2 autores, una tabla personalizada donde se extrajeron los siguientes tópicos: título, año, objetivo, diseño del estudio, población, tipo de intervención con vibración, resultados más importantes y conclusión.

Durante la construcción de la tabla 1, hubo estudios en los que los dos autores no coincidieron, por lo que un tercer autor fue el encargado de determinar, para establecer consenso, si dichos artículos serían aceptados o rechazados; 13 estudios fueron descartados siguiendo esta estrategia.

2.5.RESULTADOS

Tras la fase de búsqueda se encontraron 20 artículos, luego de la lectura y análisis de éstos, 5 artículos fueron eliminados por ser artículos duplicados, 7 fueron rechazados por no coincidir con los criterios de selección y 1 fue rechazado por falta de información e imposibilidad de acceso a dicho documento. Tras esta búsqueda, se determinó que 7 artículos cumplían con los criterios de selección, como se puede observar en la Ilustración 1.

Ilustración 1: Flujo de búsqueda y artículos seleccionados



De los estudios seleccionados, 4 eran estudios controlados, con una población dividida entre sujetos con inestabilidad funcional de tobillo y sujetos sanos. Los otros 3 consistían en estudios descriptivos y uno de ellos fue un estudio de laboratorio. En la Tabla 1 se exponen los trabajos analizados en el presente trabajo.

Fueron analizados un total de 340 sujetos (156 hombres, 84 mujeres, y 100 sujetos cuyos autores en dos estudios no mencionan el sexo de los sujetos), de los cuales 150 sujetos fueron intervenidos con terapia vibratoria de cuerpo completo, mientras que 148 sujetos fueron sometidos a vibración localizada; los 42 individuos restantes fueron reclutados como sujetos control. Entre todos los estudios, los participantes presentan un rango de edad de 18-50 años, con una condición de inestabilidad crónica de tobillo (sólo un estudio fue la excepción, reclutando sujetos con inestabilidad aguda). La totalidad de los estudios tomaron como antecedentes haber sufrido al menos un esguince de tobillo en los últimos 12 meses en los sujetos seleccionados. Los participantes fueron sometidos a un tratamiento vibratorio con un rango de frecuencia utilizada para vibración de cuerpo completo de 10-40 Hz, y para vibración localizada un rango de 30-85 Hz, cuyos resultados fueron medidos pre- y post-vibración. Dos estudios fueron intervenidos y evaluados de manera inmediata, uno fue realizado durante un periodo de tres días (un día de reclutamiento y dos de intervención y evaluación), y otros cuatro estudios evaluaron los resultados luego de una intervención terapéutica de 6 semanas; dichos estudios no realizaron seguimiento post-tratamiento.

Para evaluar el grado de inestabilidad y calificar a los participantes, los estudios utilizaron encuestas como CAIT, FAAM, AII y BESS, de los cuales tres estudios utilizaron CAIT, dos estudios utilizaron FAAM (a su vez, ambos estudios también utilizaron la encuesta AII, y uno además aplicó BESS o Balance Error System Test), dos estudios no aplicaron encuestas, sino que uno reclutó sujetos haciendo uso sus criterios de inclusión y exclusión, mientras que el segundo reclutó sujetos provenientes de un programa de fitness de la policía de Utrech, en los Países Bajos; en ambos estudios, los sujetos se ofrecieron de voluntarios para participar. Los estudios que aplicaron CAIT definieron como inestable un puntaje entre 23 y 24, mientras que de los 2 estudios que aplicaron FAAM, solo uno definió puntaje para determinar inestabilidad (menor a 75 puntos en actividades de la vida diaria, y 24 puntos en actividad deportiva); este mismo estudio definió como inestable a sujetos reclutados que obtuvieron cinco o más respuestas afirmativas en la encuesta AII.

De los cuatro artículos que intervinieron durante seis semanas, tres de ellos lo hicieron con una frecuencia de entrenamiento dos días a la semana y uno con entrenamiento tres veces a la semana. Los cuatro artículos corresponden a terapia vibratoria de cuerpo completo.

De los dos artículos que intervinieron y evaluaron en una única sesión, uno aplicó vibración durante los 60 segundos que duraron las pruebas, y otro aplicó solo durante 20 segundos en pruebas que duraban 60 segundos; mientras el primer estudio evaluó los resultados obtenidos no solo durante la realización de la prueba, sino que también a los 3, 15 y 30 minutos posterior a la intervención, el segundo estudio evaluó únicamente los resultados obtenidos durante los 60 segundos que duró la prueba.

El artículo restante, aplicó vibración durante 15 segundos en pruebas de 60 segundos de duración, evaluó los resultados obtenidos en toda la intervención (vibración, pre- y post-vibración).

Tabla 1: Artículos analizados en la revisión bibliográfica

Título	Autor y Año	Objetivo	Tipo de estudio y Población	Tipo de intervención con vibración	Resultados	Conclusión
Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability	Guzmán, RS et al., 2018	Evaluar como un programa de entrenamiento WBV de 6 semanas en superficie inestable afecta el equilibrio y composición corporal en atletas recreacionales con CAI	Ensayo clínico controlado aleatorizado 50 atletas recreacionales (33 hombres y 17 mujeres) con CAI autoinformado asignados aleatoriamente a grupo Vibración, sin vibración, y control	-Entrenamiento en BOSU en plataforma vibratoria. -Entrenamiento en BOSU en el suelo. -3 veces por semana (6 semanas) -Prueba SEBT en todos los grupos	-Mejoras en el sistema biodex en el grupo vibración. -Mejor desempeño en direcciones medial y posterolateral en SEBT del grupo vibratorio -Mejor desempeño en direcciones medial, posteromedial y posterolateral en grupo sin vibración.	En la prueba SEBT ambos grupos (con y sin vibración) presentaron un mejor rendimiento
Acute effects of whole body vibration on balance in persons with and without chronic ankle instability	Rendos et al., 2017	Evaluar si un programa de entrenamiento en plataforma vibratoria mejora cambio agudos del equilibrio en personas atléticas con CAI y sanos	Ensayo clínico controlado aleatorizado 12 sujetos sanos (5 hombres y 7 mujeres) y 7 sujetos con CAI (4 hombres y 3 mujeres)	-Participantes sobre plataforma vibratoria activa (intervención WBV) -Participantes sobre plataforma vibratoria inactiva (intervención placebo) -Medición de COP y SEBT antes y 2, 15, y 30 minutos tras la intervención	-Mejoras significativas en el COP de todos los participantes. -Tratamiento WBV no mejora el equilibrio en CAI.	El entrenamiento WBV no mejora de manera aguda el equilibrio estático y dinámico en sujetos con CAI o sanos. Ejercicio realizado en una sola pierna mejora las mediciones del COP de equilibrio estático en sujetos con CAI y sanos
Six-Week Combined Vibration and Wobble Board Training on Balance and Stability in Footballers With Functional Ankle Instability	Cloak, R. et al., 2013	Comparar efectividad de entrenamiento vibratorio y plataforma Freeman frente a plataforma Freeman sola en futbolistas con FAI	Diseño pre/post-factorial de 2x3 33 futbolistas hombres semiprofesionales (22-23 años) con FAI unilateral reportado. Participantes asignados en 3 grupos: vibración + plataforma Freeman; plataforma Freeman; y control	Programa de rehabilitación progresiva, 2 veces por semana durante 6 semanas usando plataforma Freeman, con o sin adición de estímulo vibratorio. Se mide distribución del COM en posición unipodal, distancia alcanzada en SEBT, y distancia alcanzada en triple salto unipodal pre- y post-intervención.	Combinación de vibración y plataforma Freeman disminuyeron distribución del COM, incrementa distancia alcanzada en SEBT, y aumenta distancia alcanzada en triple salto unipodal.	Combinación de vibración y plataforma Freeman mejora condición de sujetos con FAI.

Response to Tendon Vibration Questions the Underlying Rationale of Proprioceptive Training	Lubetzky at at, 2017	Probar si el efecto de la vibración en el control postural en adultos jóvenes depende de la superficie de apoyo	Estudio de laboratorio descriptivo 30 adultos sanos y 10 adultos con inestabilidad crónica de tobillo (rango de edad: 18 – 40 años)	-Con ojos abiertos, en posición bípeda bilateral en plataforma rígida, Espuma de memoria y BOSU sobre plataforma de fuerza. -Vibración bilateral al tendón de Aquiles por 20 segundos en una serie de pruebas de 60 segundos.	Respuesta a la vibración difiere de la superficie. ↑ Respuesta en ambos grupos (pre y post vibración) ↓ Respuesta en BOSU.	- Sobre el BOSU < reacción a la vibración del tobillo en comparación con el piso -El entrenamiento propioceptivo puede no estar ocurriendo.
Study Protocol: the effect of whole body vibration on acute unilateral unstable lateral ankle sprain – a biphasic randomized controlled trial	Baumbach, S.F. et all, 2013	Comparar el actual tratamiento funcional gold standard con tratamiento funcional más WBV en pacientes con esguince inestable de tobillo agudo unilateral por inversión.	Ensayo aleatorizado y controlado 60 pacientes con esguince inestable de tobillo (18-40 años)	-Ejercicios en plataforma vibratoria sinusoidal. -2 veces/semana, por 30 minutos, durante 6 semanas. Parámetros a evaluar: resultados a corto plazo luego de 6 semanas, y resultados a mediano plazo luego de un año.	El protocolo de estudio WBV tiene influencia en varios parámetros neuromusculares que están dañados en pacientes con inestabilidad de tobillo. • Principales: Sway Index, sensación de “Giving way” • Secundarios: Dolor, ROM de tobillo, inestabilidad objetiva (cajón anterior, inclinación talar), regreso a actividad pre-lesión, coordinación.	WBV proporciona un nuevo enfoque de tratamiento funcional para pacientes con inestabilidad de tobillo.
Ankle proprioception is not targeted by exercises on an unstable surface	Kiers, H., et al, 2012	Determinar si la propiocepción de tobillo es objetivada en ejercicios sobre superficies inestables.	Estudio de Laboratorio 100 adultos sanos (81 hombres y 19 mujeres)	-Bípodo descalzo sobre una superficie sólida y plancha de espuma sobre una plataforma de fuerza, con visión ocluida. -Vibración mecánica para estimular propiocepción en tríceps sural y musculatura paraespinal. -60 segundos de duración, vibración entre los 15 y 30 seg.	< Cambios en velocidad y posición del COP con vibración en tríceps en superficie inestable. > desplazamiento del COP con vibración en musculatura paraespinal en superficie inestable.	Ejercicios en superficies inestables no parecen afectar propiocepción en periferia del tobillo
Vibration Training Improves Balance in Unstable Ankles	Cloak, R. et al, 2010	Investigar el efecto del entrenamiento en WBV progresivo de 6 semanas en equilibrio estático y dinámico, y fatiga muscular del fibular largo	38 bailarinas con inestabilidad de tobillo crónica unilateral, un historial de más de 1 esguince lateral en los últimos 2 años y sensación recurrente de “giving way”. (19 años promedio) Puntaje CAIT > 23	Toma de datos inicial con Test de Balance Unipodal, Prueba SEBT, y toma EMG del fibular largo junto con desplazamiento COP. Grupo dividido en 19 personas: grupo WBV y grupo control. 2 veces por semana durante 6 semanas.	Mejora del SEBT en dirección anterior, anteromedial, medial, y anterolateral en sujetos con entrenamiento WBV. Disminución desplazamiento del COP en sujetos con entrenamiento WBV	Balance estático y dinámico mejora con entrenamiento WBV, pero no hay mejora significativa de la fatiga muscular.

2.6.DISCUSIÓN

La literatura reporta que la inestabilidad funcional de tobillo se relaciona con una alteración del balance estático, dinámico y propiocepción y, a su vez, esta condición es una de las causas más asociadas a recidiva de los esguinces de tobillo. (Miklovic, M. et al, 2017)

Se considera que la terapia vibratoria en conjunto con el entrenamiento propioceptivo genera cambios positivos logrando mejoras en el balance en sujetos con dicha condición. (Mudaliar, P. et al, 2017) La aplicación de vibración durante el ejercicio ha sido propuesta como un método eficaz, obteniendo resultados positivos en las habilidades motoras que se requieren para la ejecución de un ejercicio físico (Hughes, T. et al, 2008), destacando la relevancia que puede tener la incorporación de un estímulo vibratorio en la rehabilitación de esguince de tobillo en sujetos jóvenes. La terapia vibratoria es considerada un tipo de entrenamiento

propioceptivo debido a la estimulación de las estructuras que se encargan de la información propioceptiva del sujeto, como los órganos de Golgi y los husos musculares, lo que conlleva a un incremento de la sensación propioceptiva. (Ko, M.S. et al, 2016)

El objetivo principal de este estudio consistió en revisar la efectividad de la terapia vibratoria sobre el balance estático, dinámico y propiocepción en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.

2.6.1. Balance estático y dinámico

Los resultados de 3 estudios revisados dan a conocer que la vibración tiene efectos positivos sobre el balance estático y dinámico. (Guzmán, SR et al, 2018; Cloak, R. et al, 2010; Cloak, R. et al, 2013) Dichos resultados fueron demostrados a través de las pruebas Test Unipodal y SEBT, utilizando la técnica de Terapia Vibratoria Global (WBV); en donde 2 artículos demostraron que posterior a un entrenamiento en el que se le aplicó un

estímulo vibratorio de cuerpo completo y 1 artículo en el que se le aplicó vibración local obtuvieron cambios en el desplazamiento del COP posterior a la intervención, reflejadas en el aumento del porcentaje de distancia máxima alcanzada de entre un 4 y un 13% en las direcciones anterior, anterolateral, anteromedial, posterolateral y posteromedial (Guzmán, SR et al, 2018; Cloak, R. et al, 2010; Cloak, R. et al, 2013). Sin embargo, uno de los estudios revisados en donde se aplicó vibración en cuerpo completo dio como resultado que no hubo mejoras en el balance estático y dinámico (Rendos et al., 2017), mostrando diversidad en las variables analizadas. Un estudio evidencio mejoras sobre la potencia, la cual fue evaluada mediante un salto vertical ejecutado con una pierna. Además, se mostró un aumento en la fuerza isométrica de extensión de miembro inferior, y de la fuerza dinámica en extensión de rodilla (Lau, R.W., et al, 2011). Por otra parte, se halló un aumento en la velocidad de movimiento durante la extensión de rodilla, sustentada por un estudio de Roelants et al (2004) y aumento del rango de movimiento durante pruebas funcionales, como la de alcance, apoyados por estudios de Cheung et al (2007) y Baumbach et al (2013).

Guzmán refirió que el entrenamiento de WBV puede influir en los parámetros neuromusculares al estimular los receptores sensoriales, mejorando la sensibilidad del huso muscular y la excitabilidad de las motoneuronas α y γ , reduciendo así el tiempo de reacción de los músculos estabilizadores del tobillo y los umbrales de reclutamiento de unidades motoras, pudiendo conducir a una retroalimentación propioceptiva más efectiva, mejorando así la capacidad de equilibrio y el mecanismo de protección activa de la articulación del tobillo.(Guzmán, RS. et al, 2018) Un estudio adicional complementario a este artículo, realizado por Schiftan et al (2015), empleó WBV y se observó mejoras de rendimiento en el balance dinámico de los sujetos tras ser evaluados con la prueba SEBT, concluyendo en una posible reducción del riesgo de volver a sufrir un esguince lateral de tobillo en sujetos con inestabilidad crónica. (Schiftan. et al, 2015) Por lo tanto, la implementación de este tipo de entrenamiento se puede considerar en futuras intervenciones para reducir el riesgo de esguinces de tobillo recurrentes al mejorar la capacidad de equilibrio dinámico de los participantes con CAI., pues aquellas personas con CAI experimentan alteración de los receptores sensoriales, desaferenciación articular, y

activación muscular reducida, de acuerdo con descubrimientos que sustentan el estudio de Guzmán et al. (2018)

En un estudio realizado por Kiers et al (2012) en una única sesión, y utilizando Terapia Vibratoria Localizada, se aplicó una vibración de 70 Hz sobre los músculos tríceps sural sobre una plataforma de fuerza y espuma (superficie inestable), donde se registró el desplazamiento y velocidad del COP. El resultado obtenido registró una alteración en el área de desplazamiento del COP y en la recepción del estímulo vibratorio durante la actividad realizada, por lo que el o los sujetos deben adaptarse a este cambio lo que conduce a una respuesta motora y propioceptiva más rápida por parte de los sujetos, lo que conlleva a que se produzca un incremento de la velocidad del COP para mantenerlo dentro de su área segura lo que a su vez mejora la capacidad de balance del sujeto. (Kiers, H. et al, 2012).

2.6.2. Propiocepción

Un artículo relató que usando una terapia WBV sobre una tabla oscilatoria también provoca los cambios mencionados anteriormente no solo en el segmento tobillo al estimular las rutas propioceptivas Ia, IIa, y IIb, generando contracción isométrica de la musculatura del tobillo (mejorando la sensación de propiocepción del segmento), sino también en la musculatura abdominal (core), logrando una mejor eficiencia de movimiento y reduciendo la demanda sobre el tobillo en las tareas de balance, proponiendo que la rehabilitación en inestabilidad de tobillo se enfoque en entrenar toda la cadena cinemática y no solo en la periferia de la zona afectada. (Cloak, R. et al, 2013). El autor demuestra lo informado a través de resultados obtenidos luego de una comparación de dos grupos de estudio con IFT, mostrando un alcance mayor en las direcciones anterior y posterolateral mediante la prueba SEBT en los sujetos que fueron sometidos por 6 semanas a una terapia vibratoria de cuerpo completo y tabla oscilatoria que en el grupo sometido únicamente a tabla oscilatoria (un 3% más de mejoría). (Cloak, R. et al, 2013) También se observó que en dicho grupo hubo una menor distribución del

COP en Balance Unipodal luego de 6 semanas de terapia. (Cloak, R. et al, 2013).

En un estudio realizado por Lubetzky et al. (2017) enfocado en un entrenamiento propioceptivo combinado con terapia vibratoria localizada, se registró el desplazamiento anteroposterior del COP en tres superficies de diferente complejidad (superficie dura, espuma de memoria, y BOSU) en dos grupos diferentes (sujetos sanos y sujetos con diagnóstico de ICT) durante la mantención de una posición unipodal, se realizaron 2 registros del desplazamiento del COP en 2 momentos diferentes: pre y post vibración. El estímulo vibratorio aplicado se realizó sobre el tendón calcáneo con una intensidad de 80-85 Hz, en posición sedente, (Lubetzky, A.V. et al, 2017). Los resultados obtenidos registraron una disminución del desplazamiento AP posterior a la vibración en sujetos con ICT, donde dicha disminución fue mayor cuando el sujeto se encontraba sobre superficies más demandantes o inestables en especial sobre balón BOSU. Estos resultados se asocian a una disminución en la integración de las señales propioceptivas del tobillo y al

incremento de la dependencia visual de los sujetos durante la realización de la prueba en superficie inestable en posición unipodal.

Sin embargo, el autor hace mención que los sujetos reportaron que el entrenamiento con vibración presentó menor dificultad al estar sobre el BOSU, lo que indica que la vibración localizada entrega una información propioceptiva útil al sujeto por lo que facilita la Co-contracción, (Lubetzky, A.V. et al, 2017).

2.6.3. Comparativa: WBV v/s TVL

Parte de la evidencia actual referente a los efectos terapéuticos de la Terapia Vibratoria proviene de estudios en los que se aplicó WBV como tratamiento, elegida por dichos estudios por provocar cambios positivos en balance, propiocepción y fuerza muscular en sujetos con inestabilidad, siendo estos cambios reportados en múltiples estudios previos. Sin embargo, un estudio determinó que en la aplicación de estímulo vibratorio de

modalidad WBV se producen modificaciones en su frecuencia y amplitud durante el recorrido por los tejidos suaves (como los músculos) antes de llegar al objetivo, lo que disminuiría los efectos terapéuticos que se quieren alcanzar con dicha terapia. (Luo, J. et al, 2005) Además, la WBV estimula de manera indirecta los músculos agonistas y antagonistas, disminuyendo la fuerza aplicada hacia una articulación como consecuencia de la inhibición recíproca (Moran. K. et al, 2007), y por ende, los objetivos terapéuticos esperados en una terapia vibratoria se verían limitados. Un reciente estudio realizado por Goebel et al (2015) en donde utilizaron la terapia vibratoria localizada demostró que la TVL, aplicada a un entrenamiento de resistencia, produce un aumento en la fuerza isométrica a comparación de un entrenamiento tradicional, lo que la coloca como una alternativa económicamente viable y portátil frente a la vibración de cuerpo completo. (Goebel, R. T. et al, 2015).

Es posible que la lesión de tobillo provoque un déficit en la función sensoriomotora y en la actividad de los músculos a los que inervan. Un estudio complementario de Nagai et al de 2013 se sugirió que la capacidad

del cuerpo de controlar el aterrizaje de manera unipodal es influenciada por la fuerza muscular y la agudeza propioceptiva del sujeto. (Nagai, T. et al, 2013) Se ha visto que la fatiga también provoca cambios en la capacidad de posicionamiento articular e influir en la mecánica del corredor al impactar el pie con una superficie, lo que impone cargas diferentes a la normal en estructuras articulares y musculares de los miembros inferiores. (Switlick, T. et al, 2013) La presencia del estrés también conduce a modificaciones tisulares a nivel de las articulaciones, lo que interrumpe la función de los mecanorreceptores. (Rozzi, S.L. et al, 1999) Como resultado a los factores mencionados anteriormente, la función sensoriomotora, la que involucra la habilidad del balance y la propiocepción, se ven afectados de manera negativa y, como consecuencia, su restauración es importante para devolver a los sujetos a la condición en la que se encontraban previos a la lesión. (Switlick, T. et al, 2013)

Sin embargo, a pesar de estos resultados en pruebas con tratamiento específico, se reportaron limitantes en esta investigación: de los siete estudios analizados, sólo cuatro se enfocaron en vibración cuerpo completo

y dos en un tratamiento vibratorio de manera localizada, donde los resultados de estos fueron obtenidos posterior a solo una sesión terapéutica, por lo que los resultados no pueden ser analizados en su efectividad a largo plazo, ya que, la información que aquí se presenta aún es insuficiente sobre este tipo de terapias a través de la aplicación de un estímulo mecánico como la vibración. Por lo que se recomienda el desarrollo de más estudios enfocados en entrenamiento a través de la vibración a nivel de tobillo con fines de obtener cambios y resultados positivos a nivel neuromuscular y propioceptivos en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo y a su vez disminuir y evitar riesgos de recidivas.

2.7.CONCLUSIÓN

La utilización y aplicación directa de terapia vibratoria modo cuerpo completo y localizada, durante una serie de entrenamientos de balance y propiocepción, provoca un mejor control y desempeño del balance estático y dinámico, como también mejoras propioceptivas en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo. Esta nueva modalidad de terapia generó cambios neuromusculares positivos, como la disminución en el umbral de reclutamiento de neuronas neuromotoras y una mejoría en la generación de fuerza muscular de miembros inferiores, reflejándose dichos cambios en las variables analizadas, pues se observó una disminución del área del COP, un aumento de velocidad de este y una mejora en el alcance en distintas direcciones del SEBT como hacia anterior, posterior, lateral y medial.

Se evidenciaron cambios positivos posterior a los distintos entrenamientos realizados por los diferentes estudios, considerando que la metodología utilizada para implementar y aplicar el estímulo vibratorio

pudiera estar o considerarse en los distintos centros de salud y rehabilitación al alcance de la población. El uso de terapia vibratoria es un entrenamiento neuromuscular que se ha utilizado cada vez más como una herramienta preventiva y de rehabilitación. Su uso permite realizar una óptima vibración y oscilación, produciendo cambios rápidos a nivel del complejo músculo-tendinoso, lo que a su vez es de fácil realización por parte de los participantes en conjunto con la fiscalización y experiencia de un experto en el manejo de terapia vibratoria para la realización de los distintos entrenamientos de forma eficaz. El correcto uso, conocimiento y experiencia permitirá y favorecerá una óptima rehabilitación obteniendo mejores resultados con respecto al control postural, por ejemplo, una de las alteraciones en sujetos con inestabilidad funcional de tobillo.

Las metodologías utilizadas por los estudios analizados fueron llevadas a cabo a través de evaluaciones como la aplicación de encuestas donde tres de los estudios analizados utilizaron CAIT, dos utilizaron FAAM, dos utilizaron AII y un estudio aplico BESS. Dos estudios no utilizaron ningún tipo de encuesta, sino que reclutaron sujetos haciendo uso de criterios de

inclusión y exclusión. La intervención utilizada a través de plataforma vibratoria en cuerpo completo, los cuales fueron cuatro estudios los que llevaron a cabo una intervención durante 6 semanas con frecuencias de 2 y 3 días a la semana.

Dos artículos de los analizados realizaron evaluación e intervención en una única sesión, uno de ellos aplicando vibración durante 60 segundos que duro la prueba y en el otro correspondiente se aplicó vibración durante 20 segundos en una prueba con tiempo de duración de 60 segundos. El primer estudio evaluó resultados durante 3 momentos de la prueba mientras que el segundo estudio solo realizo una medición al término de los 60 segundos.

Algunas limitaciones de nuestra revisión que se pudieran mencionar, pudiera ser el número reducido de artículos de terapia vibratoria sobre cuerpo completo y localizada, lo que a su vez nos demuestra que hasta la actualidad son pocos los estudios que se han realizado con este tipo de intervención terapéutica, la cual está demostrando resultados positivos, al mismo tiempo

lo hace más atractivo e interesante. Sin embargo, aún se requiere y recomienda más investigaciones sobre la terapia vibratoria.

Concerniente a escalas y variables de futuros estudios, dado la abundante evidencia presente tanto en los estudios analizados en esta revisión como en otros estudios que quedaron fuera de la misma, se recomienda el uso del CAIT para la selección de estudios, y tanto el balance como la propiocepción son igualmente válidas como variables en cualquier estudio enfocado en analizar sujetos con diagnóstico de IFT, siendo más específicos las variables de Velocidad del COP para Balance y Desplazamiento del COP para Propiocepción, aunque la elección de cual variable analizar queda a decisión de futuros autores.

Finalmente, después del análisis de los 7 artículos seleccionados, concluimos que el uso de terapia vibratoria modalidad cuerpo completo y localizada en protocolos de entrenamientos de balance y propiocepción

permitiría obtener resultados positivos sobre el balance estático, dinámico y propiocepción en sujetos con presencia de inestabilidad funcional de tobillo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses con la presente revisión.

3. REFERENCIA Y PAGINAS FINALES

3.1.BIBLIOGRAFÍA

1. Ajis, A., & Maffulli, N. (2006). *Conservative Management of Chronic Ankle Instability*. *Foot and Ankle Clinics*, 11(3), 531–537. doi:10.1016/j.fcl.2006.07.004
2. Alghadir, A. H., Anwer, S., Zafar, H., & Iqbal, Z. A. (2018). *Effect of localised vibration on muscle strength in healthy adults: a systematic review*. *Physiotherapy*, 104(1), 18–24. doi:10.1016/j.physio.2017.06.006
3. Bakhtiary A.H., Safavi-Farokhi Z., Aminian-Far A. (2007) *Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise*. *British Journal of Sports Medicine* 41, 145-148.
4. Baumbach, Sebastian Felix et al. (2013) “*Study protocol: the effect of whole body vibration on acute unilateral unstable lateral ankle sprain- a biphasic randomized controlled trial*.” *BMC musculoskeletal disorders* vol. 14 22. doi:10.1186/1471-2474-14-22
5. Beynnon, B. D., Murphy, D. F., & Alosa, D. M. (2002). *Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review*. *Journal of athletic training*, 37(4), 376–380.

6. Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O. (1999). *Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles*. *European Journal of Applied Physiology*, 79(4), 306–311. doi:10.1007/s004210050512
7. Cheung WH, Mok HW, Qin L, Sze PC, Lee KM, Leung KS. (2007) *High-frequency whole-body vibration improves balancing ability in elderly women*. *Arch Phys Med Rehabil.*;88(7):852-857. doi:10.1016/j.apmr.2007.03.028
8. Chin, L, & Herb, Collin C. (2011) *Chronic ankle instability affects postural control*. *Lower Extremity Review (LER) Magazine*. Recuperado de: <https://lermagazine.com/article/chronic-ankle-instability-affects-postural-control>
9. Cloak R, Nevill AM, Clarke F, Day S, Wyon MA. (2010) *Vibration training improves balance in unstable ankles*. *Int J Sports Med*. 2010 Dec;31(12):894-900. doi: 10.1055/s-0030-1265151. Epub 2010 Nov 11. PMID: 21072738.
10. Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M. (2013) *Six-week combined vibration and wobble board training on balance and stability in footballers with functional ankle instability*. *Clin J Sport Med*. 2013 Sep;23(5):384-91. doi: 10.1097/JSM.0b013e318291d22d. PMID: 23657122.
11. Cruz-Diaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. (2015) *Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial*. *Int J Sports Med*. 2015 Aug;36(9):754-60. doi: 10.1055/s-0034-1398645. Epub 2015 May 13. PMID: 25969966.

12. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. (2014) The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med.* 2014;44(1):123-140. doi:10.1007/s40279-013-0102-5
13. Donahue, M., Simon, J., Docherty, C.L., (2011) *Critical Review of Self-Reported Functional Ankle Instability Measures*. American Orthopaedic Foot & Ankle Society, 2011; 32(12) doi: 10.3113/FAI.2011.1140. Recuperado de: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40157005/Critical_Review_of_Self-Reported_Functional_Ankle_Instability_Measures_20151118-18900-dofg4g.pdf?1447887209=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCritical_Review_of_Self_Reported_Functional_Ankle_Instability_Measures_20151118-18900-dofg4g.pdf&Expires=1597116940&Signature=EMiYsFN2jkcZ9~v4cauBqVgIoAwEr922VeXo2dOXQt14yYVm~7Cq0KdfetZe7vU3V820M3ZkXuzwm-wuk9ZW48pS6GaMMHgVU~pmCcpJIWKOZujnRLwdnLYIL5oHWt9EM4Dm6gDdV1Zp-CvFXIhLam6TR0eSU4rNir7qZyn19-YC8jPvBmHvMIQjRDtuRQ9k62aOxhFUdFjxO79BnE2al7EUFwgFvCoucto2mRbOTZt55MVYGIkUmIN7LuO8T794wLzrflp3Bt0gWFD48tjZy0ODHvEgxDDDhD4~HUaBXl6aI4D0iBYiYpfScxOHvm7C2zXJjSJRNatp4vptN5tHg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
14. Farr, B., Donald Nguyen, Ken Stephenson, Toby Rogers, Faustin R. Stevens, John J. Jasko. (2017) *Ankle Sprains, Clinical Orthopaedic Rehabilitation: a Team Approach (Fourth Edition)*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B9780323393706000391/first-page-pdf>
15. Fransz DP, Huurnink A, de Boode VA, Kingma I, van Dieën JH. (2015) *Time to stabilization in single leg drop jump landings: an examination of calculation methods and assessment of differences in sample rate, filter*

- settings and trial length on outcome values.* Gait Posture. 41(1):63-69. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.08.018
16. Germann, D., El Bouse, A., Shnier, J., Abdelkader, N., & Kazemi, M. (2018). *Effects of local vibration therapy on various performance parameters: a narrative literature review.* The Journal of the Canadian Chiropractic Association, 62(3), 170–181.
17. Goebel RT, Kleinöder H, Yue Z, Gosh R, Mester J. (2015) *Effect of Segment-Body Vibration on Strength Parameters* [published correction appears in Sports Med Open. 2015 Dec;1(1):28]. Sports Med Open. 2015;1(1):14. doi:10.1186/s40798-015-0022-z
18. Golditz, T., Steib, S., Pfeifer, K., Uder, M., Gelse, K., Janka, R.,... Welsch, G. (2014). *Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes.* Osteoarthritis and Cartilage, 1377–1385.
19. Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C. M., Caulfield, B., Docherty, C. L., Fong, D. T., Fourchet, F., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., van der Wees, P., Vicenzino, W., & Wikstrom, E. A. (2014). *Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium.* Journal of athletic training, 49(1), 121–127. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.1.14>
20. Gurav, R. S., Ganu, S. S., & Panhale, V. P. (2014). *Reliability of the Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) Scale Across Different Age Groups in Adults.* North American journal of medical sciences, 6(10), 516–518. <https://doi.org/10.4103/1947-2714.143283>

21. Guzmán, RS., Diaz, FJ., Ramírez, C., Esteban, P., Y Vicen, JA. (2018) *Whole-Body-Vibration Training and Balance in Recreational Athletes With Chronic Ankle Instability*. *Journal of Athletic Training* 53, 355-363
22. Hertel, J. (2002). *Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability*. *Journal of Athletic Training*, 364–375.
23. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. (2006) *Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability*. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(3):131-137. doi:10.2519/jospt.2006.36.3.131
24. Herzog, Mackenzie M., Kerr, Zachary Y., Marshall, Stephen W., Wikstrom, Erik A., (2019) *Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability*. *Journal of Athletic Training*. 603-610
25. Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. (2006) *The Cumberland Ankle Instability Tool: a report of validity and reliability testing*. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(9):1235–1241. doi: 10.1016/j.apmr.2006.05.022
26. Horak FB, Nashner LM. (1986) *Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations*. *J Neurophysiol*. 1986;55(6):1369-1381. doi:10.1152/jn.1986.55.6.1369
27. Hossain, M., & Thomas, R. (2015). *Ankle instability: presentation and management*. *Orthopaedics and Trauma*, 29(2), 145–151. doi:10.1016/j.mporth.2014.12.001

28. Hubbard, T. J., & Wikstrom, E. A. (2010). *Ankle sprain: pathophysiology, predisposing factors, and management strategies*. *Open access journal of sports medicine*, 1, 115–122. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s9060>
29. Hughes, T., & Rochester, P. (2008). *The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature*. *Physical Therapy in Sport*, 9(3), 136–147. doi:10.1016/j.ptsp.2008.06.003
30. Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, et al. (2003) *Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability*. *British Journal of Sports Medicine*; 37:410-415
31. Keefe, D. T., & Haddad, S. L. (2002). *Subtalar instability*. *Foot and Ankle Clinics*, 7(3), 577–609. doi:10.1016/s1083-7515(02)00047-5
32. Kiers H, Brumagne S, van Dieën J, van der Wees P, Vanhees L. (2012) *Ankle proprioception is not targeted by exercises on an unstable surface*. *Eur J Appl Physiol*. 2012 Apr;112(4):1577-85. doi: 10.1007/s00421-011-2124-8. Epub 2011 Aug 21. PMID: 21858665
33. Kim, K. J., Kim, Y. E., Jun, H. J., Lee, J. S., Ji, S. H., Ji, S. G., Seo, T. H., & Kim, Y. O. (2014). *Which Treatment is More Effective for Functional Ankle Instability: Strengthening or Combined Muscle Strengthening and Proprioceptive Exercises?*. *Journal of physical therapy science*, 26(3), 385–388. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.385>
34. Ko, M. S., Sim, Y. J., Kim, D. H., & Jeon, H. S. (2016). *Effects of Three Weeks of Whole-Body Vibration Training on Joint-Position Sense, Balance, and Gait in Children with Cerebral Palsy: A Randomized*

Controlled Study. Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada, 68(2), 99–105. <https://doi.org/10.3138/ptc.2014-77>

35. Lau, R. W., Liao, L.-R., Yu, F., Teo, T., Chung, R. C., & Pang, M. Y. (2011). *The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis*. *Clinical Rehabilitation*, 25(11), 975–988. <https://doi.org/10.1177/0269215511405078>
36. Linens, S. W., Ross, S. E., Arnold, B. L., Gayle, R., & Pidcoe, P. (2014). *Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability*. *Journal of athletic training*, 49(1), 15–23. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.6.09>
37. Loudon, J. K., Santos, M. J., Franks, L., & Liu, W. (2008). *The Effectiveness of Active Exercise as an Intervention for Functional Ankle Instability*. *Sports Medicine*, 38(7), 553–563. doi:10.2165/00007256-200838070-00003
38. Lubetzky, A. V., McCoy, S. W., Price, R., & Kartin, D. (2017). *Response to Tendon Vibration Questions the Underlying Rationale of Proprioceptive Training*. *Journal of athletic training*, 52(2), 97–107. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.1.06>
39. Luo, J., McNamara, B. P., & Moran, K. (2005). *A portable vibrator for muscle performance enhancement by means of direct muscle tendon stimulation*. *Medical Engineering & Physics*, 27(6), 513–522. doi:10.1016/j.medengphy.2004.11.005

40. Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2008). *Effect of vibration training on neuromuscular output with ballistic knee extensions*. *Journal of Sports Sciences*, 26(12), 1365–1373. doi:10.1080/02640410802199771
41. Martinez-Pardo, E., Martínez-Ruiz, E., Alcaraz, PE., & Rubio-Arias, JA., (2015). *Effects of whole-body vibration training on body composition and physical fitness in recreationally active young adults*. *Nutr Hosp*. 1;32(5):1949-59. Spanish. doi: 10.3305/nh.2015.32.5.9672. PMID: 26545648.
42. Miklovic, T. M., Donovan, L., Protzuk, O. A., Kang, M. S., & Feger, M. A. (2017). *Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction*. *The Physician and Sportsmedicine*, 46(1), 116–122. doi:10.1080/00913847.2018.1409604
43. Moran, K.; McNamara, B.; Luo, J., (2007) *Effect of Vibration Training in Maximal Effort (70% 1RM) Dynamic Bicep Curls*, *Medicine & Science in Sports & Exercise*: March 2007 - Volume 39 - Issue 3 - p 526-533 doi: 10.1249/mss.0b013e31802d11a7
44. Mudaliar P, Dharmayat S. (2017) *Inuence of strength and proprioception training on functional ankle stability among young skaters*. *Indian J Health Sci Biomed Res* 2017;10:317-22.
45. Munn, J., Sullivan, S. J., & Schneiders, A. G. (2010). *Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 2–12. doi:10.1016/j.jsams.2009.03.004
46. Nagai, T., Sell, T. C., House, A. J., Abt, J. P., & Lephart, S. M. (2013). *Knee Proprioception and Strength and Landing Kinematics During a*

Single-Leg Stop-Jump Task. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 31–38.
doi:10.4085/1062-6050-48.1.14

47. Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel, J., & Shultz, S. J. (2002). *Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability*. *Journal of athletic training*, 37(4), 501–506.
48. Punt, I. M., Armand, S., Ziltener, J-L, Allet, L. (2017) *Balance impairments in patients with a sub-acute ankle sprain receiving no exercise therapy: A comparative study*. *Physiother Res Rep*, 1(1): 1–1.
doi:10.15761/PRR.1000103
49. Raymond, J., Nicholson, L., Hiller, C., & Refshauge, K. (2012). *The effect of ankle taping or bracing on proprioception in functional ankle instability: A systematic review and meta-analysis*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 386-392.
50. Rendos NK, Jun HP, Pickett NM, Lew Feirman K, Harriell K, Lee SY, Signorile JF. (2017) *Acute effects of whole body vibration on balance in persons with and without chronic ankle instability*. *Res Sports Med*. 2017 Oct-Dec;25(4):391-407. doi: 10.1080/15438627.2017.1365299. Epub 2017 Aug 11. PMID: 28799810.
51. Rincón Cardozo, Diego Fernando, Camacho Casas, Jairo Antonio, Rincón Cardozo, Paula Andrea, & Sauza Rodríguez, Natalia. (2015). *Abordaje del esguince de tobillo para el médico general*. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 47(1), 85-92.
52. Riemann B. L. (2002). *Is There a Link Between Chronic Ankle Instability and Postural Instability?*. *Journal of athletic training*, 37(4), 386–393.

53. Rittweger, J. (2009). *Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be*. *European Journal of Applied Physiology*, 877-904
54. Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. (2004) *Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women*. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(6):901-908. doi:10.1111/j.1532-5415.2004.52256.x
55. Ross, S.E., Linens, S.W., Arnold, B.L., (2010) Balance Assessments for ankle instability. *Lower Extremity Review*. Recuperado de: <https://lermagazine.com/article/balance-assessments-for-ankle-instability>
56. Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Sterner, R., & Kuligowski, L. (1999). Balance Training for Persons With Functionally Unstable Ankles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(8), 478–486. doi:10.2519/jospt.1999.29.8.478
57. Sanhueza H., R., González, J., Vargas, C., Silva, J., & Sanhueza L., R. (2003) *Estudio Epidemiológico de 5.114 pacientes con esguinces de tobillo atendidos en el Servicio de Urgencia del Hospital del Trabajador de Santiago*. *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*. 44(1). Recuperado de: <https://schot.cl/wp-content/uploads/revista/44-1.pdf>
58. Schifftan GS, Ross LA, Hahne AJ. (2015) *The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis*. *J Sci Med Sport*. 2015;18(3):238–244.
59. Switlick, T., Kernozek, T. W., & Meardon, S. (2015). Differences in Joint-Position Sense and Vibratory Threshold in Runners with and Without a History of Overuse Injury. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 6–12. doi:10.1123/jsr.2013-0089

60. Thompson, C.W., & Floyd, R.T. (1999). *Manual de kinesiología estructural*. Barcelona: paidotribo.
61. Thompson, W. R., Yen, S. S., & Rubin, J. (2014). *Vibration therapy: clinical applications in bone*. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity*, Departamento de Medicina, Universidad de Carolina del Norte.
62. Trojian, T. H., & McKeag, D. B. (2006). *Single leg balance test to identify risk of ankle sprains*. *British journal of sports medicine*, 40(7), 610–613. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.024356>
63. Tropp, H., Askling, C., & Gillquist, J. (1985). *Prevention of ankle sprains*. *The American Journal of Sports Medicine*, 13(4), 259–262.
64. Tyler TF, McHugh MP, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. (2006) *Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players: the role of previous ankle sprains and body mass index*. *Am J Sports Med*.34(3):471-475. doi:10.1177/0363546505280429