



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA.

**“EFECTIVIDAD DE LA CRIOTERAPIA APLICADA AL TOBILLO EN EL
CAMBIO DE LA EXCURSIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DEL SEBT
MODIFICADO EN SUJETOS SANOS, ENSAYO CLINICO CONTROLADO
ALEATORIZADO”**

NICOLAS IVÁN ÁVILA SILVA

CATALINA FRANCISCA CID CRUZ

CRISTOBAL FRANCISCO MUÑOZ BRICEÑO

MAURICIO FABIÁN LOYOLA GARRIDO

2017



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA.

**“EFECTIVIDAD DE LA CRIOTERAPIA APLICADA AL TOBILLO EN EL
CAMBIO DE LA EXCURSIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DEL SEBT
MODIFICADO EN SUJETOS SANOS, ENSAYO CLINICO CONTROLADO
ALEATORIZADO”**

Seminario de título presentado en conformidad a los requisitos para optar al grado de
Licenciado en Kinesiología.

Profesor Guía: Jorge Ugarte Llantén.

NICOLAS IVÁN ÁVILA SILVA

CATALINA FRANCISCA CID CRUZ

CRISTOBAL FRANCISCO MUÑOZ BRICEÑO

MAURICIO FABIÁN LOYOLA GARRIDO

2017

AGRADECIMIENTOS.

A los participantes de este estudio, quienes hicieron posible la realización de nuestra tesis.

A todos aquellos que aportaron en algún momento con el estudio, a los que nos orientaron y nos ayudaron a mejorar este proyecto.

Finalmente agradecemos a Nicole Figueroa por todo el apoyo y ayuda que nos brindó en este proceso, por su paciencia y dedicación de poder explicarnos paso a paso.

DEDICATORIA

A nuestras familias, amigos y parejas, que nos apoyaron durante todo el proceso de tesis y en nuestra carrera.

RESUMEN.

Objetivo

Determinar si existen diferencias significativas en la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a la aplicación de crioterapia, en comparación con la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a un descanso de 10 minutos en sujetos sanos estudiantes de Kinesiología UDLA, Sede Providencia.

Diseño

Ensayo Clínico Aleatorizado.

Participantes

Todos los alumnos de la carrera de Kinesiología de la Universidad de las Américas, sede providencia que hayan ingresado entre los años 2012 y 2013, que tengan un avance de malla académica mayor al 10% y que no estén cursando internado clínico (n=31).

Mediciones principales

Edad, sexo, peso, estatura, longitud de pierna, pie dominante, excursión.

Resultados

Previo a la intervención en el grupo experimental, la dirección anterior muestra un valor promedio de alcance de $80,997 \pm 5,775$ centímetros, posterior a la intervención arroja un valor promedio de alcance de $81,758 \pm 7,714$ centímetros ($p < 0,05$). El grupo experimental, en la dirección posteromedial muestra un valor promedio de alcance de $65,306 \pm 10,378$ centímetros previo a la intervención, posterior a la intervención arroja un valor promedio de alcance de $67,777 \pm 11,383$ centímetros ($p < 0,05$). Lo que indica que en ambas direcciones hay cambios significativos.

Conclusiones

Después de aplicación de crioterapia en la forma de cold-pack por 10 minutos, se logró aumentar significativamente la excursión en la dirección anterior y posteromedial durante la ejecución del SEBT modificado en comparación al grupo de control, aunque estos resultados deben ser interpretados con precaución y se necesitan más estudios.

Palabras clave: SEBT, crioterapia, estabilidad dinámica, tobillo, cold-pack.

SUMMARY

Objective

To determine if there are significant differences in the ankle excursion during the execution of the modified SEBT after the application of cryotherapy, compared to the ankle excursion during the execution of the modified SEBT after a 10-minute rest in healthy subjects of Kinesiology the UDLA headquarters Provicencia.

Design

Randomized clinical trial.

Participants

All students in the career of kinesiology at the University of the Americas, based Providence who entered in 2012 and 2013, having an advance of larger mesh than 10% and who are not enrolled in clinical internship (n = 31).

Main Outcome Measure(s)

Excursion, age, sex, weight, height, leg length, dominant foot.

Results

Prior to the intervention in the experimental group, the above address later shows an average value of 80.997 ± 5.775 reach centimeters, later intervention is an average value of $81.758 \pm 7,714$ reach centimeters ($p < 0.05$). The experimental group, in the posteromedial direction shows prior an average value of $65.306 \pm 10,378$ reach centimeters before the intervention, later intervention is an average value of $67.777 \pm 11,383$ centimeters reach ($p < 0.05$).

Conclusions

After cryotherapy in the form of cold-pack for 10 minutes, it was possible to significantly increase the excursion anterior and posteromedial directions during the

execution of SEBT modified compared to the control group, although these results should be interpreted with caution and need more studies.

Key Words: SEBT, cryotherapy, dynamic stability, ankle, coldpack

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY	8
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. ANTECEDENTES GENERALES.....	14
2.1 Justificación del estudio.....	14
2.2 Objetivos del estudio.....	18
2.2.1 Objetivo General.....	18
2.2.2 Objetivos Específicos:.....	18
2.3 Pregunta de investigación.....	19
2.4 Alcances y Limitaciones.....	19
2.4.1 Alcances.....	19
2.4.2 Limitaciones.....	19
3. MARCO TEÓRICO.....	20
3.1 Estabilidad dinámica o equilibrio dinámico.....	20
3.2 Star Excursión Balance Test (SEBT) o Test de la estrella.....	21
3.3 Crioterapia.....	23
3.4 Tobillo.....	26
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
4.1 Tipo de investigación.....	30
4.2 Población y muestra.....	30
4.3 Estrategia de muestreo.....	30
4.4 Criterios de inclusión y exclusión.....	32
4.4.1 Criterios de inclusión.....	32
4.4.2 Criterios de exclusión.....	33
4.5 Hipótesis.....	33
4.7 Materiales y métodos.....	34
4.7.1 Características generales del proceso.....	34

4.7.2	Instrumentos utilizados	35
4.7.3	Protocolos y métodos de medición.	36
5.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ESTUDIO.	38
5.1	Análisis estadístico de los datos.	38
5.2	Interpretación de los datos.	38
5.2.1	Análisis demográfico de la muestra.	38
5.2.2	Distribución de la muestra.	40
5.3	Resultados.	46
6.	DISCUSIÓN.	55
7.	CONCLUSIÓN.	59
8.	BIBLIOGRAFÍA.	62
9.	ANEXOS	67
9.1	Anexo 1	67
9.2	Anexo 2	69
9.3	Anexo 3	70
9.4	Anexo 4	72
9.5	Figuras.	73

1. INTRODUCCIÓN.

El tobillo es una zona de gran importancia anatómica y frecuente motivo de estudio para los fisioterapeutas al ser una localización anatómica de recurrente lesión traumática¹. Al poseer un complejo componente articular, ligamentoso, muscular y rico en receptores se transforma en una zona corporal clave para el ser humano e imprescindible en la ejecución de tareas en la vida diaria, desde la transición a la posición bípeda hasta la deambulación o marcha. También es parte de un rol estratégico protector, ya que una correcta ejecución de la "estrategia de tobillo" favorece la protección ante perturbaciones del medio externo, en la cual participan los órganos del sistema vestibular, ocular y los receptores propioceptivos actuando de manera conjunta, los cuales envían información hacia el sistema nervioso central y por medio de la activación de grupos musculares tanto locales como globales readaptan los segmentos corporales en el espacio mediante reflejos compensatorios siempre teniendo en cuenta al individuo, la tarea a ejecutar y el ambiente o contexto². Cabe recalcar que el tobillo no actúa sólo en actividades estáticas, sino que gran parte de su actividad es ejecutada de manera dinámica y bajo carga de peso, sometido a la constante influencia de la fuerza de gravedad, lo cual demanda una estabilidad acorde a su trabajo³. Es en ese punto donde gana importancia el concepto de estabilidad dinámica enfocada al tobillo, variable que se ve afectada en usuarios con lesiones repetidas de dicha zona, como esguinces recurrentes de tobillo e inestabilidad crónica a la cual esta condición conlleva⁴. El kinesiólogo posee un abanico de estrategias para pesquisar y tratar lesiones que afecten al tobillo, sobre todo en estadios agudos, donde el manejo precoz de la sintomatología abre un abanico de tratamientos. En usuarios con inestabilidad crónica nos podemos encontrar con altos grados de predisposición a un nuevo episodio de esguince en inversión⁵. Debido a la baja evidencia recopilada sobre los efectos claros en el tobillo de la crioterapia, específicamente en variaciones de la excursión de este, lo cual se relaciona con el concepto de estabilidad dinámica genera la inquietud de realizar este estudio. El kinesiólogo generalmente utiliza la crioterapia, o más bien

el cold-pack comúnmente para generar analgesia local y controlar el proceso inflamatorio en traumatismos recientes, rigiéndose por la sigla "PRICE" como guía ⁶.

Desde ese punto de vista, el estudio se enfoca en investigar si el uso de crioterapia es capaz de generar cambios en la excursión durante la ejecución del SEBT modificado, midiendo sujetos sanos, los cuales definimos como usuarios que no presenten alteraciones estructurales o funcionales en extremidades inferiores o columna, 3 meses sin padecer esguince de tobillo y no presentar diagnóstico de inestabilidad de tobillo, así dejando fuera las variables dolor e inflamación. Los resultados pretenden aportar datos de variación expresados en centímetros utilizando como instrumento de medición el SEBT descrito por Gray¹, bajo parámetros modificados, comparando dos grupos aleatorizados, uno de aplicación de agente físico y un grupo control, sorteando al azar también las direcciones anterior, posterolateral y posteromedial antes de que cada sujeto ejecute la prueba. Todos los resultados serán expresados en gráficos box plot (gráficos de cajas) para facilitar su comprensión. El principal aporte de este estudio es demostrar si la crioterapia es capaz de generar un cambio en la variable excursión, correlacionándose así con mayor estabilidad dinámica de tobillo, y de esta manera evaluar su uso como una opción viable o no de prevención de futuros episodios traumáticos en tobillo, como son los esguinces en inversión, en combinación con otras intervenciones.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 Justificación del estudio.

La evaluación realizada por el kinesiólogo es un hito que marca un antes y un después en la rehabilitación de los usuarios. Desde ese punto de pesquisa, el clínico recopila el máximo de datos del usuario, utiliza pruebas objetivas para formular un diagnóstico y toma las directrices a seguir durante la terapia. Por eso la experiencia del clínico y las herramientas a su alcance son fundamentales para una terapia exitosa. Es de suma importancia que el kinesiólogo conozca cómo se comporta cada segmento corporal en la normalidad o indemnidad para así posteriormente pesquisar una anormalidad y brindar un correcto tratamiento y seguimiento al usuario.

En el caso del tobillo surge una importante pregunta: ¿Se debe esperar hasta el momento de la lesión o repetición de esta, o se deben adoptar nuevas directrices que nos ayuden a adelantarnos al episodio y prevenir potenciales lesiones?

Gribble et al. Propone al Star Excursion Balance Test (SEBT) como una prueba útil en la predicción de lesiones de miembros inferiores y a la vez una opción viable en la rehabilitación de estos⁷. Variados estudios han sido capaces de demostrar la capacidad del SEBT de pesquisar déficits funcionales relacionados con lesiones de tobillo^{8,9}.

McKeon et al. Afirma que *“el factor predisponente más común que lleva a experimentar un esguince de tobillo a un usuario actualmente sano es una historia previa de esguince de tobillo.*

Los esguinces de tobillo están entre las lesiones más comunes en la población físicamente activa⁵". Además de eso indica que "La sensación subjetiva de inseguridad en el tobillo o " giving way " después de un esguince de tobillo inicial y posterior a esto, series repetidas de inestabilidad resultantes en numerosos esguinces de tobillo ha sido denominada inestabilidad crónica de tobillo⁵".

Existe en el mundo una alta incidencia de esguinces de tobillo, llegando a abarcar a 1 por cada 10.000 personas por día (McKeon et al. 2008). En Estados Unidos los datos arrojan una incidencia de 2,15 por cada 1.000 personas al año lo cual eleva significativamente el costo anual de atención de salud a 2 billones de dólares. También la estadística en deportistas arroja que la prevalencia de las lesiones en el complejo tobillo-pie oscilan entre un 33 y un 80% y la tasa se eleva a casi un 91% en deportes como el básquetbol en las cuales las actividades que involucran el salto como principal habilidad motora. Dentro de la globalidad de lesiones del aparato locomotor, el esguince de tobillo se encuentra dentro de una de las más frecuentes, alcanzando una prevalencia del 16%. El más común es el esguince lateral del tobillo el cual tiene una prevalencia del 77 al 85%, sumado a esto debemos saber que el esguince lateral de tobillo presenta un alto porcentaje de reincidencia cercana al 80%. La progresión de dichos casos a una inestabilidad funcional de tobillo es de un 38 a un 40% y la presentación de sintomatología residual aparece entre un 55 a un 72 % de los usuarios⁵. La inestabilidad funcional de tobillo manifiesta la ocurrencia de repetidos episodios de inestabilidad lateral de tobillo, dando lugar a múltiples esguinces de tobillo. (Guzmán-Muñoz et al.)¹.

El kinesiólogo debe lidiar no sólo con el evidente deterioro que una lesión provoca, sino que también con altos grados de dolor a corto y largo plazo, disfunción e impotencia funcional a la cual una lesión conlleva¹⁰. Generalmente el kinesiólogo actúa posterior al episodio, y es en ese momento donde constata los factores predisponentes

del usuario a sufrir una lesión de tobillo, tal como lo es un esguince de tobillo, o si el usuario realiza una actividad deportiva la cual no se encuentra libre de riesgos de lesión¹⁰. También tenemos el caso del sexo femenino, en donde el tipo de calzado predispone a sufrir un episodio de esguince en inversión, y a la vez en su evaluación puede encontrar que el episodio se perpetúa varias veces en el tiempo, sin pasar por un proceso de rehabilitación kinésica ni presentar un diagnóstico, por lo cual aun se considera un usuario sano. La cronicidad de dichos episodios limita a los usuarios tanto en la ejecución de actividades de la vida diaria como actividades deportivas o recreacionales¹⁰.

Dentro de las técnicas de intervención que el kinesiólogo posee, se encuentra la crioterapia, una intervención conocida y utilizada en el manejo de condiciones musculoesqueléticas de índole tanto aguda como crónica. Ha sido explotada por los terapeutas, debido a sus efectos beneficiosos sobre el manejo del dolor, su influencia sobre el proceso inflamatorio, y cuidados posteriores a una lesión¹⁴. También posee un uso en conjunto con ejercicio activo en un proceso de rehabilitación denominado criokinetics. Pero la evidencia demuestra que su uso no radica sólo como cuidado paliativo, también es implementada como tratamiento antes de una actividad de rendimiento, aunque este punto es muy cuestionado por los clínicos, muchos de los cuales han considerado que aplicar crioterapia previo a una actividad de rendimiento es un procedimiento inadecuado⁶.

Hopkins et al. Realizó un estudio en usuarios sanos, físicamente activos, el cual buscaba detectar cambios en el control dinámico del tobillo durante una perturbación en inversión durante la marcha, gatillada por un mecanismo de puerta trampa mientras en ambos grupos se registraba la latencia corta de respuesta de la musculatura peronea (peroneo largo principalmente) y la activación de la musculatura reflejada en amplitud de una señal electromiográfica. El grupo de tratamiento realizaba la prueba mientras se colocaba una bolsa con hielo molido sobre el tobillo dominante. Los resultados arrojaron que la crioterapia en la articulación de tobillo, independiente del músculo enfriado, no produce ningún déficit en el tiempo de latencia corta de respuesta del

peroneo largo. Por lo tanto, se dice que es seguro usar crioterapia en términos de respuesta de latencia. Más importante aún, la crioterapia en la articulación de tobillo incrementa la actividad del músculo peroneo largo durante el periodo de "recalentamiento" posterior al enfriado de la articulación (30 minutos post intervención), lo cual nos indica que a largo plazo el tiempo de reacción del peroneo largo ante una perturbación en inversión en el grupo de tratamiento aumenta en comparación al grupo control y no así en el corto plazo¹⁴. Según Hopkins et al. se debe considerar que el enfriamiento de la articulación de tobillo puede afectar otras áreas de control sensoriomotor⁶.

Gribble et al. Recalca al SEBT como predictor de lesiones⁷ y Hubbard et al. menciona que el SEBT es un instrumento fiable y válido para la valoración del equilibrio dinámico en pacientes con inestabilidad de tobillo⁴. Basados en todo lo anterior, el quehacer kinésico debe jugar un rol aún más preponderante que el que juega actualmente en términos de prevención de las lesiones de tobillo. Cada paciente sano se transforma en una potencial lesión si el kinesiólogo no se empodera e inculca una cultura preventiva a los usuarios. Los usuarios no necesitan padecer una lesión para asistir a un kinesiólogo, el cual posee métodos preventivos pero no los utiliza de manera cotidiana. Según Gribble y Hertel et al. (2012) la primera y más común articulación que se ha tratado con el SEBT es la articulación de tobillo⁷. Desde ahí nace la inquietud de investigar los cambios que puede provocar la crioterapia en términos de excursión durante la ejecución del SEBT, separándolos del uso común de la crioterapia como cuidado paleativo, adoptando así posibles directrices preventivas en las lesiones de tobillo.

2.2 Objetivos del estudio.

2.2.1 Objetivo General.

Determinar si existen diferencias significativas en la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a la aplicación de crioterapia, en comparación con la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a un descanso de 10 minutos en sujetos sanos estudiantes de Kinesiología UDLA, Sede Providencia.

2.2.2 Objetivos Específicos:

- Implementar en el grupo experimental crioterapia en su modalidad cold-pack por 10 minutos en búsqueda de posibles variaciones en el alcance durante la ejecución del SEBT modificado.
- Determinar el alcance de tobillo expresado en centímetros durante la ejecución del SEBT modificado en ambos grupos, antes de la intervención.
- Determinar el alcance de tobillo expresado en centímetros durante la ejecución del SEBT modificado en ambos grupos, posterior a la intervención.
- Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el alcance de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado en el grupo experimental versus el grupo control.

2.3 Pregunta de investigación.

¿La aplicación de crioterapia varía la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado en estudiantes de Kinesiología de la Universidad de las Américas de la sede de Providencia clínicamente sanos?

2.4 Alcances y Limitaciones.

2.4.1 Alcances.

Los alcances más importantes que presenta el estudio es que solo requiere una medición, por lo cual no se necesita realizar un seguimiento, lo que disminuye la probabilidad de tener pérdidas de sujetos durante su ejecución. Otro alcance es que el test escogido es de fácil entendimiento y aplicación, además los materiales requeridos son de bajo costo y fáciles de adquirir. No se requiere personal instruido para la aplicación del test.

2.4.2 Limitaciones.

Dentro de las limitaciones que se encuentran en el estudio, la más importante y destacada, es que el estudio es realizado en sujetos sanos, lo que nos limita al homologar los resultados de este en pacientes con una condición real de inestabilidad de tobillo, u otras lesiones que afecten la estabilidad.. También su ejecución en sujetos jóvenes, por lo cual los resultados en el adulto mayor podrían variar. Otra limitación es poder coordinar un horario con los sujetos para realizar las mediciones. Además, el estudio se realiza en una pequeña muestra donde sólo participan alumnos de la carrera de kinesiología y por ende existe una posibilidad de que conozcan la realización correcta del test y se recopilen mejores resultados debido a un aprendizaje previo de la ejecución. También limita la escases de cold-packs, ya que sólo se cuenta con dos disponibles en los laboratorios, lo que impide llevar a cabo varias mediciones en un día.

3. MARCO TEÓRICO.

Dado que la mira central del estudio se basa en una zona anatómica corporal fundamental como lo es el tobillo sumado a la variación que produce la crioterapia en la estabilidad dinámica de esta zona, será necesario plantear algunas definiciones que sirvan como eje conceptual o de referencia para apoyarse en la lectura interpretativa del siguiente análisis.

3.1 Estabilidad dinámica o equilibrio dinámico.

Entenderemos el concepto de estabilidad dinámica o equilibrio dinámico como un concepto que se puede caracterizar como el mantenimiento del propio centro de masa dentro de la base de apoyo durante una tarea de movimiento. Estas tareas requieren movimientos simultáneos de estabilización de toda la extremidad inferior durante el ejercicio¹¹. El control postural dinámico implica un cierto nivel de movimiento esperado en torno a una base de apoyo. Esto podría implicar tareas tales como saltar en el mismo lugar o saltar a una nueva ubicación y de inmediato tratar de permanecer tan inmóvil como sea posible o intentar crear movimiento de un segmento con un propósito (alcance) sin comprometer la base establecida de apoyo⁷. El equilibrio se considera como un aspecto importante del rendimiento de todos los individuos mientras se realizan diversas actividades diarias, y se consigue mediante un proceso complejo que implica la función de los sistemas musculoesquelético y neurológico. La estabilidad a menudo se describe como estática (de pie tranquilo) y dinámica (manteniendo una posición estable mientras el sujeto lleva a cabo un movimiento prescrito). El control postural dinámico a menudo implica la compilación de varias tareas que también representan el rendimiento de la propiocepción, la amplitud de movimiento de las articulaciones de las extremidades inferiores, la fuerza de los músculos y también la capacidad de los sujetos de mantenerse estable y en posición vertical. Los factores que influyen en el equilibrio incluyen información sensorial obtenida de los sistemas somatosensoriales, visuales y vestibulares, de las respuestas motoras que afectan a la

coordinación, la amplitud del movimiento articular (ROM), y la fuerza¹². El SEBT y BESS son los dos métodos más eficaces para representar la estabilidad de los sujetos de forma dinámica¹³.

3.2 Star Excursión Balance Test (SEBT) o Test de la estrella.

El SEBT fue descrito por Gray como una herramienta de rehabilitación para extremidad inferior⁷. También es considerado como una herramienta para medir la estabilidad dinámica o equilibrio dinámico de la extremidad inferior^{5, 11, 14}. El SEBT cuenta con 8 direcciones formando una estrella, con líneas trazadas en el piso las cuales se extienden desde un punto central y poseen una angulación de 45° entre cada línea, además poseen una longitud de 120 cm¹². Cada una de las diferentes direcciones ofrece un reto y requiere una combinación de movimientos sagitales, frontales y transversales⁷.

Las 8 líneas implementadas son nombradas de acuerdo a la dirección de alcance de la siguiente forma: anterolateral (AL), anterior (ANT), anteromedial (AM), posteromedial (PM), medio (MD), posterior (POST), posterolateral (PL) y lateral (LAT)¹².

El objetivo de la tarea es que el individuo establezca una base de sustentación estable del miembro que está apoyado en el medio de la red y mantener dicha estabilidad mientras se realiza el alcance máximo al realizar el test en alguna de las direcciones⁷.

Las 8 direcciones descritas desafían el control postural dinámico de los sujetos, la fuerza, rango de movimiento y habilidades propioceptivas. Esta herramienta de evaluación utiliza los ejercicios de cadena cinética cerrada, ejercicios específicamente de una sola pierna en cuclillas que requieren un rango apropiado de movimiento en las articulaciones de la cadera, las rodillas y las articulaciones del tobillo; la fuerza muscular; los ajustes propioceptivos y neuromusculares. El equilibrio dinámico se mide a partir de 8 direcciones que se encuentran altamente relacionadas¹⁴.

El SEBT se ejecuta realizando una serie de sentadillas con una sola pierna y usando la otra pierna para realizar el alcance máximo en alguna de las direcciones, el sujeto debe llegar lo más lejos posible y tocar ligeramente la línea con la porción más distal del pie, sin desplazar el peso o centro de gravedad y sin dejar descansar el pie en la línea. Debe tocar la línea de forma suave y luego volver con la extremidad a la posición inicial reasumiendo la posición bilateral. Cuando el sujeto contacta con el pie en algunas de las direcciones se procederá a medir con una cinta métrica la distancia que será expresada en centímetros¹⁵.

El ensayo se considerará fallido si el sujeto (a) pierde el equilibrio o no puede mantener la postura unilateral, (b) desplaza el peso sobre el pie de alcance al tocar la cinta que está en el piso, (c) no puede realizar un retorno controlado del pie de alcance a la posición de partida antes de alcanzar otra dirección, (d) no mantener el contacto del talón entre la extremidad que se encuentra fija en el suelo y el piso, (e) no mantener las manos en la pelvis, (f) mueve o levanta el pie que se encuentra fijo, o (g) no logra tocar la cinta. Si el ensayo se considera un fracaso, se descarta y repite hasta que se realice una prueba exitosa²⁵. Estas disposiciones deben aplicarse durante la rehabilitación, evaluación de lesiones, y las aplicaciones de investigación del SEBT⁷.

Dentro de investigaciones que se han realizado con el SEBT se han determinado 3 direcciones que son de mayor importancia y que tienen una mayor significancia a la hora de medir la articulación de tobillo. Las direcciones son; anterior, posteromedial y posterolateral^{17, 18}.

Cuando el sujeto puede alcanzar con una pierna mientras se equilibra sobre la otra se considera que tiene un mayor desempeño funcional, ya que la capacidad de llegar más lejos requiere de una combinación de equilibrio, fuerza y el movimiento coordinado de la extremidad contralateral a la pierna estable¹³. En este caso evaluaremos la estabilidad del tobillo.

3.3 Crioterapia

La crioterapia es una modalidad de termoterapia superficial que utiliza el frío con un fin terapéutico. El frío tiene distintas modalidades de aplicación que se diferencian en el mecanismo de transferencia térmica, la composición y tamaño respecto a la aplicación. Muchos procedimientos se han descrito para la aplicación de crioterapia como; cold-pack, bolsas de hielo, criomassage, criokynetics, spray vapocongelante, crio compresión e inmersión, sin embargo en clínicas y hospitales como en la medicina deportiva los cold-pack son los más utilizados para la reducción de la temperatura de los tejidos¹⁹. Los ice-packs son almohadillas de hielo prensado con alcohol isopropílico o gel de sílice que almacenan y retienen el frío. Existen de diversos tamaños y formas, además son reutilizables, para su utilización deben permanecer en el congelador al menos 30 minutos (la primera vez de su utilización son necesarias 24 horas antes de su uso). Los cold-pack (Figura 3.1) precisan dos horas en el congelador y tienen menor capacidad refrigerante en profundidad que las bolsas de hielo²⁰.



FIGURA 3.1. Cold-pack

El frío actualmente es utilizado en la clínica para el control de la inflamación, dolor, edema, además de reducir la espasticidad y facilitar el movimiento. La crioterapia es aplicada en la piel por lo que no puede reducir la temperatura en tejidos profundos del

área de aplicación, incluyendo el tejido intra-articular²¹. El frío tiene variados efectos, entre ellos están: efectos brutos sobre la inflamación, flujo sanguíneo, dolor, espasmos, rendimiento motor, tejido conectivo, el corazón, la temperatura del tejido, la función visceral, cáncer, artritis reumatoide, y la espasticidad; y efectos sutiles en la velocidad de conducción del nervio, el reflejo monosináptico, y el huso muscular²².

Entre los efectos biofisiológicos de la crioterapia se encuentran:

- Disminución de la temperatura: Cuando se aplica el hielo sobre la piel comienza a disminuir la temperatura, lo que produce una vasoconstricción que va a depender del método, duración de la aplicación y grosor del tejido subcutáneo. La vasoconstricción se produce por una excitación de neuroreceptores, por mecanismos de reflejos medulares y señales que recibe y envía el hipotálamo, el cual emite señales mediante el sistema simpático para estimular la contracción de la musculatura lisa del vaso que es mediado por sustancias como la epinefrina y la norepinefrina. La vasoconstricción se hace máxima cuando la temperatura de la piel llega a los 10° C, si se mantiene por más tiempo y disminuye aún más la temperatura llegando a los 0° C se produce una vasodilatación, ya que lo que ocurre es una inhibición de los nervios por lo que los vasos dejan de recibir el estímulo para la vasoconstricción^{20, 23}.
- Disminución del flujo sanguíneo: Favorece a la disminución del edema, esto se produce bajo una vasoconstricción de las arterias y venas en la zona de exposición, por acción directa del frío en la musculatura lisa de los vasos y una acción indirecta en las terminaciones nerviosas cutáneas que generan una excitación refleja en las fibras adrenérgicas aumentando su actividad y contribuyendo a la vasoconstricción. Por esto se reduce el flujo sanguíneo y la permeabilidad capilar, disminuyendo el edema^{20, 23}.
- Disminución del dolor a nivel de los nervios periféricos: La aplicación de frío produce una disminución de la transmisión del dolor, se genera una

disminución de la velocidad de conducción de los nervios y una reducción de su actividad sináptica por lo cual ocurre el efecto analgésico. Además ya se conoce que una temperatura por debajo de 9°C detiene la conducción nerviosa y un descenso a 5°C conlleva a una parálisis del nervio periférico²⁴. La analgesia se produce por la acción de las fibras y receptores del dolor. Este efecto analgésico tiene una duración que puede ser de 3 a 6 horas según la zona de tratamiento. Es posible que la duración del efecto analgésico llegue a ser de 3 a 6 horas, según la zona y el método de tratamiento²⁵. Los mecanismos de acción se producen por diferentes fenómenos como anestesia de las fibras nociceptivas y terminaciones libres, disminución de la liberación de mediadores químicos de la inflamación y el dolor, inhibición del arco reflejo disminuyendo el espasmo muscular y reducción de la conducción de los nervios periféricos^{20, 23}.

- Disminución de la espasticidad: A nivel neuromuscular la crioterapia puede reducir la espasticidad, ya que disminuye la amplitud de los reflejos tendinosos profundos y la frecuencia del clonus, donde su efecto dura entre 60 y 90 minutos. La reducción de la espasticidad se puede producir por la disminución del dolor y/o la disminución en las descargas de las fibras musculares aferentes, ya que se facilita la actividad de las motoneuronas alfa e inhibe la de las neuronas gamma^{20, 23}.
- Efectos de la crioterapia sobre el balance en sujetos sanos: Relativamente pocos documentos han sido publicados sobre la influencia de la crioterapia local, en la sensación de balance^{22, 26, 27, 28}. Douglas et al.²⁶ investigaron a sujetos en condiciones estáticas y dinámicas, donde encontraron un aumento estadísticamente significativo sólo en el componente medio-lateral tras una prueba de equilibrio dinámico posterior a la inmersión en agua con hielo (temperatura bajo 4.4°C). aparte de esto Williams et al.²⁹ llevó a cabo las siguientes pruebas: Como prueba dinámica el SEBT y una prueba de equilibrio

estático utilizando una plataforma de fuerza, no se observaron diferencia después de la aplicación local de frío.

La técnica de aplicación de crioterapia se debe realizar con precaución procurando un tiempo óptimo de 10 minutos para proporcionar el efecto esperado, ya que pasado dicho tiempo se puede provocar vasodilatación refleja o producir una quemadura. Al momento de retirar el cold-pack de la zona donde se está aplicando es probable que la temperatura de aquella zona aumente inmediatamente por medio de la temperatura del ambiente y por los propios métodos fisiológicos del cuerpo. Se estima que el periodo de recalentamiento dura al menos dos horas después de aplicada la crioterapia¹⁹.

Las contraindicaciones de la utilización de la crioterapia son; Trastornos vasculares periféricos, vasculitis, afecciones que cursan con vasoespasmos (Síndrome de Raynaud), arterioesclerosis, hipersensibilidad al frío, hiposensibilidad al frío, áreas de circulación afectadas con presencia de isquemia, anestesia o hipoestesia cutánea, presencia de crioglobulinemia, enfermedades cardiovasculares graves, lesiones dermatológicas, enfermedades renales y viscerales^{20,23}.

3.4 Tobillo.

Al estudiar el pie, debemos saber que es un territorio difícil de abordar. 28 huesos (incluyendo los sesamoideos), articulaciones y una conformación anatómica compleja le confieren un interés especial al fisioterapeuta. Además de tener una amplia gama de movimientos, se adapta a toda clase de superficies y soporta la carga del peso propio del cuerpo, agregado a la sobrecarga que significa la energía cinética de la marcha, carrera, saltos y carga de pesos extra³⁰. Los pies sanos satisfacen estos requisitos en apariencia paradójicos de amortiguación y propulsión por medio de la interacción de articulaciones interrelacionadas, tejidos conjuntivos y músculos³¹.

Un rico sistema nervioso le confiere a todos los tegumentos y partes blandas del pie, no sólo sensibilidad, sino que además recibe en forma instantánea la información referente a la magnitud de la carga soportada por el pie en general e independientemente de cada sector por separado de la superficie plantar, la transmite a los centros motores corticales y medulares, generando reflejos neuromusculares instantáneos que, a su vez, actuando sobre las acciones musculares periféricas (columna, pelvis, extremidades), ayudan a mantener el equilibrio³⁰.

La diversidad de las funciones del pie le hacen ser un órgano esencial, entre las cuales encontramos: corrección de los desniveles del piso, sensaciones de presión y táctiles, carga del peso, impulso para ejecutar y mantener la locomoción bípeda entre otras³⁰.

Los diversos movimientos del pie se logran divisar en torno a los tres planos de movimiento, describiendo tres ejes. La flexión-extensión se desarrolla en el plano sagital, la abducción-aducción en el plano horizontal o transverso y la inversión-eversión en el plano coronal o frontal³² (FIGURA 3.2).

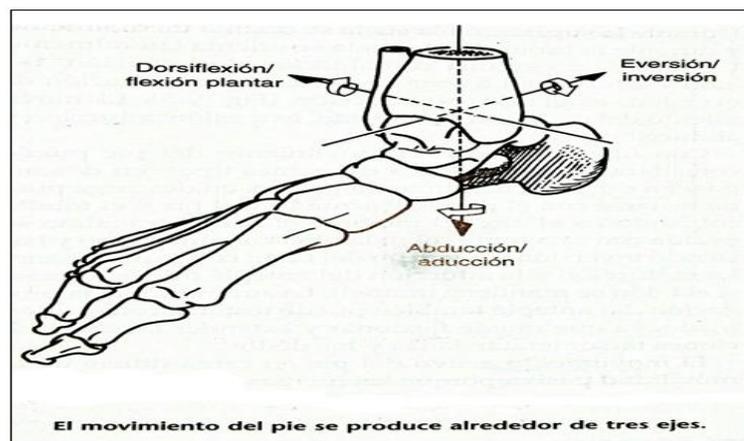


Figura 3.2, ejes del pie³¹.

Se comenzara a describir las articulaciones de tobillo, en primer lugar se encuentra la articulación talo-crural que es fundamental para la movilidad del tobillo, esta articulación se origina por las epífisis distales de la tibia y la fíbula (formando la

mortaja del tobillo) dicha articulación forma una superficie cóncava, y esta se articula a la tróclea del astrágalo la cual tiene una superficie convexa, donde se debe tomar en consideración los movimientos que se realizan en cadena cinemática abierta o cerrada, la articulación subtalar tiene una porción anterior y otra posterior (articulación talocalcánea y talocalcáeanavicular) separadas por el ligamento talocalcáneo interóseo, la articulación transversa del tarso se compone por dos articulaciones, que son talonavicular conformada por la cabeza del hueso astrágalo y la carilla articular del hueso navicular, mientras que la articulación calcaneocuboidea donde se articula con el hueso calcáneo y el cuboides, la cuneonavicular se da entre el hueso navicular y la cuña media, intermedia y lateral., otras articulaciones más pequeñas son las tarsometatarsiana, intercuneiformes, intermetatarsiana, metatarsofalángica, interfalángica proximal, interfalángica distal.

Otro componente muy importante en la conformación del tobillo son los ligamentos, que son una banda de tejido conjuntivo fibroso muy sólido y elástico que une los huesos entre ellos en el seno de una articulación. El ligamento permite el movimiento, pero a la vez evita la traslación de los huesos de manera excesiva, lo que previene las luxaciones en caso de movimientos forzados. Estos ligamentos del pie se catalogan según pertenezcan a las articulaciones antes. Los ligamentos colaterales mediales y colaterales laterales, en conjunto con los ligamentos sindesmóticos tienen una jerarquía fundamental en la estabilidad de la articulación subtalar. Los ligamentos de la articulación talocrural se clasifican como ligamentos colaterales laterales y dentro de estos encontraremos al ligamento taloperoneo anterior, taloperoneo posterior y ligamento calcáneo peroneo. Luego se encuentran los ligamentos colaterales mediales que estarán compuestos por el ligamento deltoideo porción tibiotalar anterior, posterior, tibionavicular y tibioalcánea. Finalmente encontraremos a los ligamentos sindesmóticos de la mortaja del tobillo siendo estos el ligamento tibiooperoneo anterior y peroneo posterior³³.

Siguiendo con la anatomía descriptiva se encuentra el componente estabilizador activo, el cual se forma por los músculos que intervienen en los movimientos del tobillo, que

igualmente dan apoyo a la musculatura de la rodilla, muslo, cadera y glúteo. La musculatura se divide por sitios, dentro de ellos está el compartimento lateral de la pierna y pie donde se encuentra el músculo peroneo largo y peroneo corto. Enseguida se dispone el compartimento anterior en el cual se encuentra el tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos y tercer peroneo. El compartimento posterior se dividen en dos grandes grupos: los flexores superficiales y profundos, los cuales están separados por el tabique intermuscular transversal de la pierna. Los músculos flexores superficiales del compartimento posterior son; tríceps sural compuesto por gastrocnemio y sóleo, además del plantar. Luego se encuentra el siguiente grupo muscular los flexores profundos del compartimento posterior. Este grupo se divide en cuatro músculos. El primer es el tibial posterior seguido por flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo y por último el poplíteo.

La cara dorsal del pie solo contiene dos músculos, el extensor corto de los dedos y el extensor corto del dedo gordo. No obstante, la planta del pie está compuesta por cuatro capas complejas que mantienen los arcos del pie. La musculatura intrínseca del dorso está formada el extensor corto de los dedos y el extensor del dedo gordo. El siguiente grupo muscular está constituido por los intrínsecos superficiales de la planta, que está conformado por el abductor del dedo gordo, flexor corto de los dedos y el abductor del quinto dedo. La planta del pie presenta una capa profunda que está compuesta por ocho músculos los cuales son el cuadrado plantar, los lumbricales que están compuesto por el flexor corto del dedo gordo, aductor del dedo gordo, flexor corto del quinto dedo y oponente del quinto dedo, donde se agrega además al interóseo plantar y interóseo dorsal³³.

Otra característica importante del tobillo es su función para mantener el equilibrio y el balance, siendo capaz de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación, al presentarse una pérdida de la estabilidad el cuerpo humano tiene tres tipos de estrategias para mantener el equilibrio, entre ellas está la de tobillo, cadera y el paso. Siendo la de tobillo la primera en actuar ante una perturbación en una dirección anteroposterior como mecanismo de protección³⁴.

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1 Tipo de investigación.

- Enfoque de Investigación: Cuantitativo.
- Tipo de Investigación: Experimental, en paralelo.
- Diseño del Estudio: Ensayo Clínico Aleatorizado.

4.2 Población y muestra.

La población en estudio serán alumnos de la carrera de kinesiología de la Universidad de las Américas de la sede Providencia, que hayan ingresado entre el año 2012 y 2013, con un avance de malla de más del 10% y que no estén cursando internado clínico, según lo informado por la Escuela de Kinesiología nuestra población será de 95 alumnos de la cual nuestra muestra corresponderá a 31 sujetos.

4.3 Estrategia de muestreo.

Para calcular el número de sujetos a medir dentro de nuestro proyecto se escogió a los alumnos de kinesiología de UDLA sede providencia, que ingresaron en los años 2012 y 2013 a dicha carrera y que aún se encuentran vigentes, que tengan un avance de malla más de un 10% y que no estén cursando el internado clínico. Según lo informado por el director de la Escuela de Kinesiología de la Sede de Providencia el número de alumnos que se encuentran registrados entre estos 2 años corresponden a 122 alumnos, al aplicar los criterios preliminares lo cual resultó un total de 95 alumnos. Luego de estos se procedió a calcular el tamaño de la muestra a través de un programa computacional con un 5% de margen de error, un 95 % de intervalo de confianza y un 97% de variabilidad, lo cual resultó en un N=31 sujetos, (FIGURA 4.1) luego de esto con ayuda de Microsoft Excel se aleatorizaron a los sujetos y según el orden arrojado

se reclutó a los sujetos e inmediatamente se realizará la entrevista para saber si los sujetos cumplen con los criterios de inclusión y de exclusión. Los criterios de inclusión son sujetos alumnos estudiantes de la carrera de kinesiología de la Universidad de la Américas, sede providencia, que ingresaron a la casa de estudios el año 2012 y 2013 y aún se encuentran vigentes (cursando un plan de estudios), que tengan un avance de malla de más del 10% y que no estén cursando internado clínico. Los criterios de exclusión son; hipersensibilidad al frío, sujetos con alteraciones funcionales y estructurales en las articulaciones de las extremidades inferiores, heridas recientes en la zona a tratar, cicatrices activas, traumas recientes, cirugías de tobillo recientes, personas con esguince de ligamento de tobillo en los últimos 3 meses e inestabilidad de tobillo diagnosticada. También se excluirá de la medición a los 4 investigadores que realizan este proyecto. El reclutamiento será realizado a través de correo electrónico personal de cada sujeto, vía telefónica y de manera presencial.

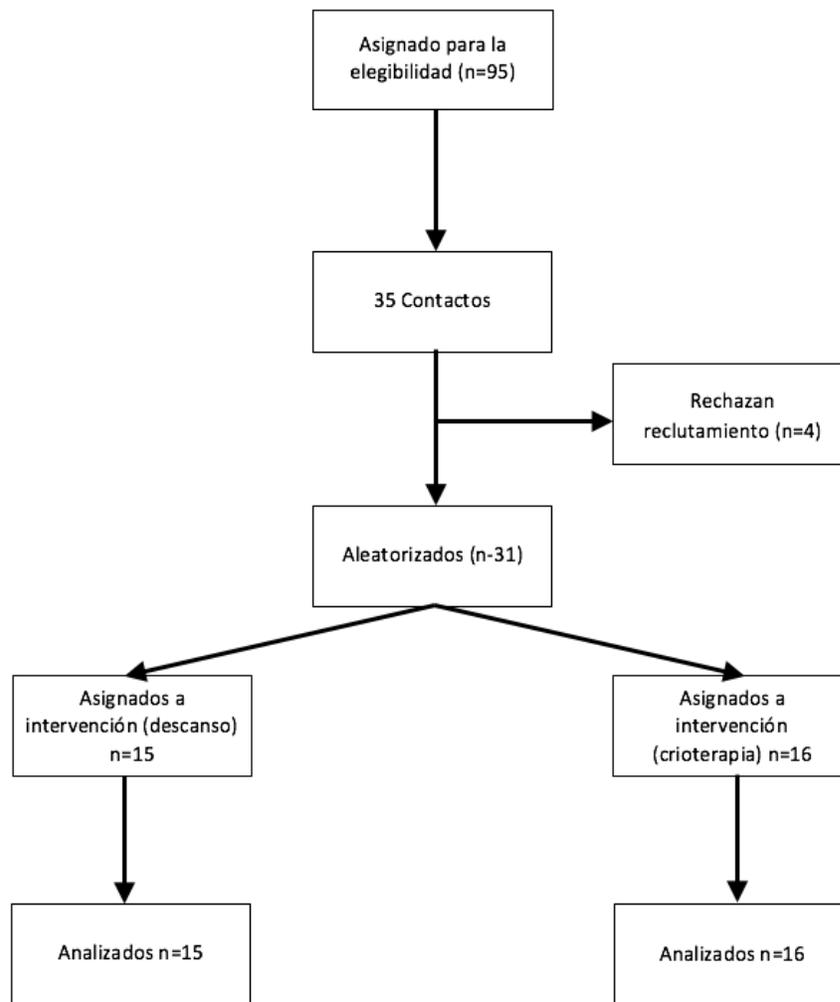


Figura 4.1 Diagrama de flujo de los sujetos a través del estudio.

4.4 Criterios de inclusión y exclusión.

4.4.1 Criterios de inclusión.

- Estudiantes de kinesiología que se encuentren con la matricula vigente, tener un avance de malla más del 10% y que no estén cursando internado clínico.

4.4.2 Criterios de exclusión.

- Estudiantes que tengan hipersensibilidad al frío, alteraciones funcionales y/o estructurales en las articulaciones de extremidades inferiores y columna lumbar, heridas recientes en la zona a tratar, cicatrices activas, traumas o cirugías de tobillo recientes, alumnos con esguince de tobillo en los últimos 3 meses, inestabilidad de tobillo diagnosticada y además se excluirá a los 4 investigadores del proyecto.

4.5 Hipótesis.

- H1: La aplicación de crioterapia durante 10 minutos en tobillo aumenta la excursión en al menos una dirección durante la ejecución del SEBT modificado.
- H0: La aplicación de crioterapia durante 10 minutos en tobillo no genera cambios en la excursión durante la ejecución del SEBT modificado.

4.6 Variables

Variable Dependiente: Alcance realizado por la pierna no dominante.

Definición conceptual: El SEBT cuenta con 8 direcciones formando una estrella, estas líneas están trazadas en el piso donde se extienden desde un punto central las cuales poseen una angulación de 45° entre cada línea y una longitud de 120 cm¹². En el SEBT modificado se han determinado 3 direcciones; anterior, posteromedial y portero lateral^{17, 18} que son utilizadas mayormente para evaluar la articulación de tobillo.

Definición operacional: La medición del alcance se realiza mediante el SEBT modificado, donde el sujeto debe realizar la prueba en 3 direcciones. El pie dominante es el que mantiene la estabilidad y el otro, realiza el alcance, el cual realiza un pequeño toque con el primer orjejo.

Variable Independiente: Estabilidad dinámica del pie dominante.

Definición conceptual: la estabilidad dinámica se define como el mantenimiento del propio centro de masa dentro de la base de apoyo durante una tarea de movimiento. Estas tareas requieren movimientos simultáneos de estabilización de toda la extremidad inferior durante el ejercicio¹¹.

Definición operacional: Mantención del apoyo total del pie dominante en el centro del SEBT modificado, durante la realización de la prueba, el pie dominante no debe presentar ningún movimiento, manteniendo la base de apoyo unipodal en todo momento.

4.7 Materiales y métodos.

4.7.1 Características generales del proceso.

En una primera instancia se reclutará a los sujetos y se les realizará una entrevista, que estará guiada por los términos de inclusión y exclusión descritos anteriormente, para asegurarnos de que cumplan los requisitos necesarios para este estudio. Luego de tener al total de sujetos necesarios para desarrollar el estudio, serán ingresados a un programa de computadora para ser aleatorizados y así determinar el grupo control y el grupo de estudio al que se le aplicará el agente físico por medio de un cold-pack (crioterapia).

Una vez realizada la aleatorización y designados cada uno de los grupos, se citarán de forma gradual a los sujetos al laboratorio de Kinesiología de la Universidad de las Américas Sede Providencia para ejecutar el SEBT modificado, donde a los sujetos se les entrega un consentimiento informado y se les explica en qué consiste el procedimiento, dicho consentimiento debe ser firmado por cada participante del estudio. Posterior a esto el test es explicado por medio de un video demostrativo realizado por uno de los investigadores del grupo, donde se muestra la correcta realización del SEBT modificado estandarizando la explicación de esta manera no haya

variación en la interpretación del test por parte de los sujetos. Luego de la observación del video se les pide a los participantes que realicen tres intentos, donde deben ejecutar los alcances con la pierna no dominante y con la otra mantener el equilibrio, para saber si entendieron la correcta realización del test. Inmediatamente después se realiza una aleatorización del orden de las direcciones, donde deberán sacar en orden 3 papeles de un esfera, luego de esto, se comienza a realizar el SEBT modificado, en las 3 direcciones aleatorizadas, anterior, posterolateral y posteromedial^{17, 18}. Se cuantifica la distancia que va desde el centro de la estrella hasta el punto alcanzado de correcta forma con el primer orjejo¹⁸, de la extremidad contralateral de la pierna que está en apoyo en centímetros por medio de una cinta métrica. Una vez echa las mediciones al grupo control se puede descansar por 10 minutos recostados en una camilla, mientras que al grupo de estudio, se le pide que se suba a la camilla en posición supina y se les aplicará crioterapia por medio de un cold-pack durante 10 minutos sobre el tobillo de forma peri-articular. El cold-pack será retirado del congelador y se envuelve en una toalla para evitar una quemadura por frio. Al estar sobre el tobillo se sujeta con una banda elástica para mayor adherencia y evitar que se mueva. Posterior a esto a todos los participantes se les vuelve a realizar una aleatorización de la misma forma antes mencionada para escoger el orden de las direcciones y luego realizar nuevamente el SEBT modificado y se medirá otra vez para ver si existen variaciones pre y post aplicación del agente físico, para poder comparar con el grupo control que sólo descansó durante 10 minutos. Estos datos serán recopilados y tabulados para ser entregados a un analista de datos externo que estará cegado, para que realice las mediciones estadísticas que serán interpretadas posteriormente por los investigadores.

4.7.2 Instrumentos utilizados

Para el estudio se utilizó el laboratorio de kinesiología ubicado en el sexto piso sala E-603 de la Universidad de las Américas sede providencia, que fue facilitado por la escuela de kinesiología de la facultad de ciencias de la salud de dicha institución, donde se utilizaran sillas, mesas, camillas, cuñas, además del refrigerador tipo Freezer MFH

X300 Mademsa blanco, Peso: 63kg, Dimensiones: Alto: 829mm, Frente: 1.292mm Fondo: 670mm y el uso de los cold-pack de marca Chattanooga ColPac azul de vinilo tamaño estándar 28 cm x 36 cm.

Se requirió además de los siguientes materiales para el estudio; Computador Samsung Series 5 Ultra NP530U3B-A01CLNP530U3BI, Windows 7 home Premium, Copyright 2009, Microsoft corp, Fabricante Samsung electronics, Procesador Intel (R) Core (tM) i5- 2467M CPU 1.60Ghz 1.60Ghz, Memoria RAM de 4 GB, Tipo de sistema de 64 Bits. Un programa para el análisis estadístico SPSS Usado: SPSS Statistics 17.0Release 17.0.0 (Aug 23, 2008), Usa WinwrapBasic, Copyright, 1993-2007 Polar engineering, Microsoft Office Excel 2007(12.0.4518.1014) MSO (12.0.4518.1014) parte de Microsoft Office Professional Plus 2007, Go pro Hero 4 silver [Sensor: CMOS - 12 megapíxeles Óptica de vidrio muy gran angular, Formatos de grabación: H.264 - Hasta formato 4K (4096 x 2160 píxeles), Pantalla LCD: Pantalla LCD táctil.] Masking Tape 3M (2210, Uso General 18mm x 40 mts), Trípode Benro A150FBR0 SemiPro de 3 secciones, tijeras maped (195mm, medidas 56x30x38.5cm), Cinta métrica stanleyfatmax [ancho-hoja 32 mm (1-1/4”), largo-hoja 8 m (26’], Toalla facial Textil las dalias (Medidas 30x50cm.,Algodón 100%), banda elástica sanctband de 1,5 mt light-red.

4.7.3 Protocolos y métodos de medición.

- Todos los participantes deberán responder una entrevista para ver si cumplen los criterios de inclusión y exclusión.
- Deben firmar la carta de consentimiento antes de comenzar el estudio.
- A todos los participantes se les mostrara un video con la realización del test.
- Los participantes deberán realizar una prueba antes de la medición, 3 veces a cada dirección.

- Antes de realizar el test deberán sacar un papel que les indicará el orden en que deben realizar los alcances.
- El cold-pack será aplicado durante 10 minutos (que serán cronometrados), este deberá estar cubierto por una toalla y deberá cubrir toda la zona del tobillo.
- Posterior a la crioterapia se realizará nuevamente la aleatorización y el test con sus respectivas mediciones.
- Los alcances serán medidos con una cinta métrica.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL ESTUDIO.

5.1 Análisis estadístico de los datos.

Los datos fueron recolectados e ingresados al programa Microsoft Excel 2010 para su tabulación y para el posterior análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 17 para Windows. Los resultados están representados en media y desviación estándar. Se ha analizado la normalidad de los datos por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, ya que es la prueba escogida para N inferiores a 50, para analizar si existe diferencia significativa entre los grupos control y experimental en las tres direcciones estudiadas se realiza la prueba T de Student con un 95% de confianza, en el caso de que las variables no distribuyan de manera normal se realiza la prueba no paramétrica de Wilcoxon con un 95% de confianza.

5.2 Interpretación de los datos.

5.2.1 Análisis demográfico de la muestra.

TABLA 5.1. Agrupa a los sujetos de estudio en promedio y desviación estándar de edad, peso, estatura, largo de pierna derecha, largo de pierna izquierda, pie dominante y sexo

n = 31	16 Mujeres, 15 Hombres	
Grupo	Experimental	Control
Edad promedio (años)	24,38 ± 3,16	24,47 ± 2,72
Peso promedio (Kg)	69,88 ± 15,22	68,00 ± 11,37
Estatura promedio (metros)	1,70 ± 0,09	1,67 ± 0,09
Largo de pierna derecha promedio	81,44 ± 4,75	80,42 ± 4,98

Largo de pierna izquierda promedio	81,04 ± 4,98	80,01 ± 4,71
Pie dominante izquierdo	1	1
Pie dominante derecho	15	14
Mujeres	9	7
Hombres	7	8

El estudio consta de un número de total de población estudiada de 31 sujetos, 16 mujeres y 15 hombres, promedio de edad de 24,38 años, dominancia derecha total de 29 y dominancia izquierda total de 2. El grupo experimental se compone de 16 sujetos; 9 mujeres y 7 hombres, con una edad promedio de $24,38 \pm 3,16$ años, dominancia derecha 15, dominancia izquierda 1. El grupo control se compone de 15 sujetos; 7 mujeres y 8 hombres, con una edad promedio $24,47 \pm 2,72$ años, dominancia derecha 14, dominancia izquierda 1.

TABLA 5.2. Valor p de edad, peso, estatura, largo de pierna derecha, largo de pierna izquierda.

Variables	Sig.
Edad promedio (años)	0,932
Peso promedio (Kg)	0,702
Estatura promedio (metros)	0,340
Largo de pierna derecha promedio	0,565
Largo de pierna izquierda promedio	0,559

Con un 95% de confianza se puede afirmar que no existe diferencia significativa para el grupo control y experimental en las variables edad, peso, estatura, largo de pierna derecha, largo de pierna izquierda, ya que la significancia es mayor a 0,05 en todos los casos.

5.2.2 Distribución de la muestra.

5.2.2.1 Análisis de distribución normal

Se utiliza la prueba de normalidad de ShapiroWilk, dado que la muestra es menor a 50 datos, estableciendo un nivel de significancia para el valor $P \leq 0,05$.

Para esto se crean las variables:

- DifA: Diferencia de las mediciones entre la segunda toma de muestra y la primera en la dirección anterior.
- DifPM: Diferencia de las mediciones entre la segunda toma de muestra y la primera en la dirección posteromedial.
- DifPL: Diferencia de las mediciones entre la segunda toma de muestra y la primera en la dirección posterolateral.

TABLA 5.3. Prueba de normalidad ShapiroWilk.

	Grupo	Estadística	Grados de libertad	Sig.
Diferencia anterior	Control	0,995	15	1,000
	Experimental	0,905	16	0,098
Diferencia Postero-lateral	Control	0,970	15	0,861

	Experimental	0,970	16	0,842
Diferencia Postero-medial	Control	0,818	15	0,006
	Experimental	0,853	16	0,015

Con un 95% de confianza se puede decir que las variables diferencia anterior y diferencia portero-lateral distribuyen con normalidad para los grupos control y experimental, lo que quiere decir que las variables pre-intervención posterolateral, pre-intervención anterior, post-intervención anterior y post-intervención posterolateral distribuyen de forma normal para grupo de control y experimental.

En el caso de la diferencia posteromedial se analiza la asimetría ya que no distribuye de forma normal.

TABLA 5.4. Asimetría.

	Grupo	Asimetría	Error Estándar
Diferencia Posteromedial	Control	1,736	0,580
	Experimental	0,989	0,564

Para la diferencia posteromedial en el grupo experimental, el coeficiente de asimetría (Skewness), es igual a 0,989 como se encuentra dentro de los rangos aceptables [-1, 1] la variable tiene un comportamiento simétrico, lo que permite realizar pruebas T.

Para la diferencia posteromedial en el grupo control el coeficiente de asimetría (Skewness), es igual a 1,736 como se encuentra fuera de los rangos aceptables [-1, 1] la variable tiene un comportamiento asimétrico, lo que no permite realizar pruebas T.

Antes de comenzar con el estudio de las diferencias significativas del grupo de control y experimental, se busca determinar si existe diferencia significativa, en una primera instancia, para las pre-intervenciones en las distintas direcciones entre los grupos de control y experimental.

TABLA 5.5. Valor P.

	Sig.	Intervalo 95% confianza	
		Bajo	Alto
Pre-intervención Posterolateral	0,378	-10,490	4,100
Pre-intervención Anterior	0,258	-6,605	1,838
Pre-intervención Posteromedial	0,336	-11,289	3,979

Como la significancia es mayor a 0,05 para todas las variables, con un 95% de confianza no existe diferencia significativa de las medias de las variables estudiadas entre el grupo control y el grupo de estudio.

TABLA 5.6. Promedio y desviación estándar intra-grupo Grupo Control.

	Promedio	Desviación Estándar
Pre-intervención Posterolateral	72,880	11,408
Pre-intervención Anterior	79,767	6,962
Pre-intervención Posteromedial	63,420	9,363
Post-intervención Posterolateral	70,893	10,292

Post-intervención Anterior	78,660	8,712
Post-intervención Posteromedial	63,827	11,839

TABLA 5.7. Comparación del alcance pre intervención versus post intervención, en las direcciones posterolateral, anterior y posteromedial del grupo control.

	Promedio	Desviación Estándar	Sig.
Pre-intervención Posterolateral – Post-intervención Posterolateral	1,987	4,206	0,089
Pre-intervención Anterior – Post-intervención Anterior	1,107	3,786	0,277

En cuanto a la dirección posterolateral su significancia es mayor a 0,05 por lo que con un 95% de confianza no existe diferencias significativas entre la media de la variable pre-intervención posterolateral y la media de la variable post-intervención posterolateral para el grupo de control.

Para la dirección Anterior la Significancia es mayor a 0,05 por lo que con un 95% de confianza no existe diferencia significativa entre la media de la variable pre-intervención Anterior y la media de la variable post-intervención Anterior para el grupo de control.

En el caso de las variables pre-intervención posteromedial y post-intervención posteromedial como no distribuyen se realiza la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

TABLA 5.8. Valor P.

Post-intervención Posteromedial–Pre-intervención Posteromedial	
Z	-0,853
Sig.	0,394

Como la Significancia es mayor a 0,05, con un 95% de confianza no existe diferencia significativa entre la media de la variable post-intervención posteromedial y la media de la variable pre-intervención posteromedial, para el grupo control.

TABLA 5.9. Promedio y desviación estándar intra-grupo Grupo Experimental.

	Promedio	Desviación Estándar
Pre-intervención Posterolateral	74,529	9,892
Pre-intervención Anterior	80,997	5,775
Pre-intervención Posteromedial	65,306	10,378
Post-intervención Posterolateral	74,519	9,539
Post-intervención Anterior	81,758	7,714
Post-intervención Posteromedial	67,777	11,383

TABLA 5.10. Valor P, promedio, desviación estándar. Grupo Experimental

	Promedio	Desviación Estándar	Sig.
Pre-intervención Posterolateral – Post-intervención Posterolateral	-1,844	6,741	0,291
Pre-intervención Anterior – Post-intervención Anterior	-2,512	3,650	0,015
Pre-intervención Posteromedial – Post-intervención Posteromedial	-4,406	3,650	0,000

En cuanto a la dirección posterolateral, la significancia es mayor a 0,05, por lo que se puede afirmar con un 95% de confianza, que no existen diferencias significativas entre las medias de la variable pre-intervención posterolateral y post-intervención posterolateral para el grupo experimental.

Para la dirección Anterior la significancia es menor a 0,05 por lo que existe diferencia significativa entre las medias de la variable pre-intervención Anterior y la media de la variable post-intervención Anterior para el grupo experimental.

Con un 95% de confianza la media de la variable post-intervención anterior supera a la media de la variable pre-intervención anterior por una diferencia de entre 0,567 y 4,458 centímetros.

En lo que se refiere a la dirección posteromedial, con un 95% de confianza existe diferencia significativa entre las medias de la variable pre-intervención posteromedial y la media de la variable post-intervención posteromedial del grupo experimental.

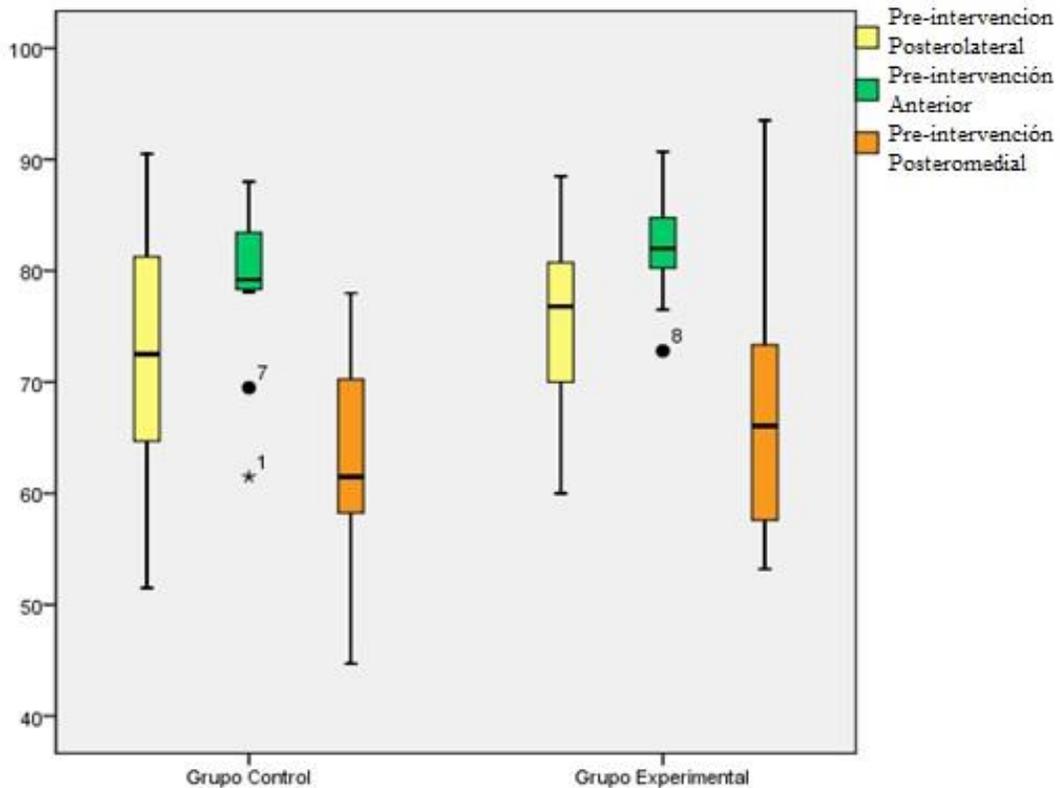
La media de la variable post-intervención posteromedial supera a la media de la variable pre-intervención posteromedial por una diferencia entre 2,461 y 6,351 centímetros.

5.3 Resultados.

En cuanto a los resultados obtenidos estos se analizan de forma general para luego examinar por separado los grupos control y experimental en las direcciones posterolateral, anterior y posteromedial.

Gráfico 1

Distancia pre-intervención posterolateral, anterior y posteromedial, grupo control versu grupo experimental.



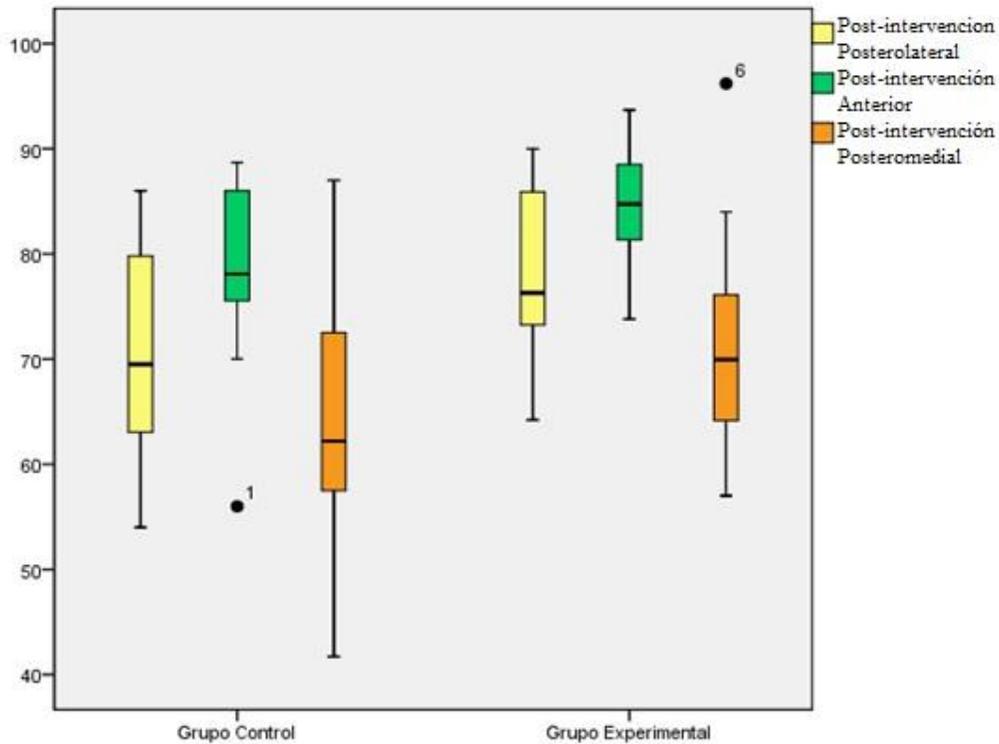
Previo a la intervención, en la dirección posterolateral, el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 72,880 centímetros y el grupo experimental de 74,529 centímetros. En la dirección anterior el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 79,767 centímetros y el grupo experimental de 80,997 centímetros. En la dirección posteromedial el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 63,420 centímetros y el grupo experimental de 65,306 centímetros. ($P > 0,05$ en todas las direcciones).

En cuanto a los datos atípicos, en el grupo de control para la pre-intervención anterior se tiene un rango intercuartil de 5,7 cm y como consecuencia un límite inferior de 69,75 cm los puntos atípicos 1 y 7 arrojaron un valor de 69,5 y 61,7 centímetros respectivamente, por lo que se encuentran fuera del límite inferior. Un dato atípico, como puede ser eliminado de la muestra siempre y cuando no represente más del 5% de ésta, en este caso un dato representa el 6,67% por lo que eliminarlo afectaría la muestra negativamente.

En el grupo experimental se presenta el dato atípico número 8 con un valor de 72,8 cm, en este caso el rango intercuartil es de 5,05 centímetros y el límite inferior es de 72,3 cm, con esto se demuestra que el valor marcado como atípico en realidad se encuentra dentro del límite inferior.

Gráfico 2

Distancia Post-intervención posterolateral, anterior y posteromedial, grupo control versus grupo experimental.



Posterior a la intervención, en la dirección posterolateral, el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 70,893 centímetros y el grupo experimental de 74,519 centímetros. En la dirección anterior el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 78,660 centímetros y el grupo experimental de 81,758 centímetros. En la dirección posteromedial el grupo control muestra un valor promedio de alcance de 63,827 centímetros y el grupo experimental de 67,777 centímetros. ($P < 0,05$ en las direcciones posterolateral y anterior, $P > 0,05$ dirección posteromedial).

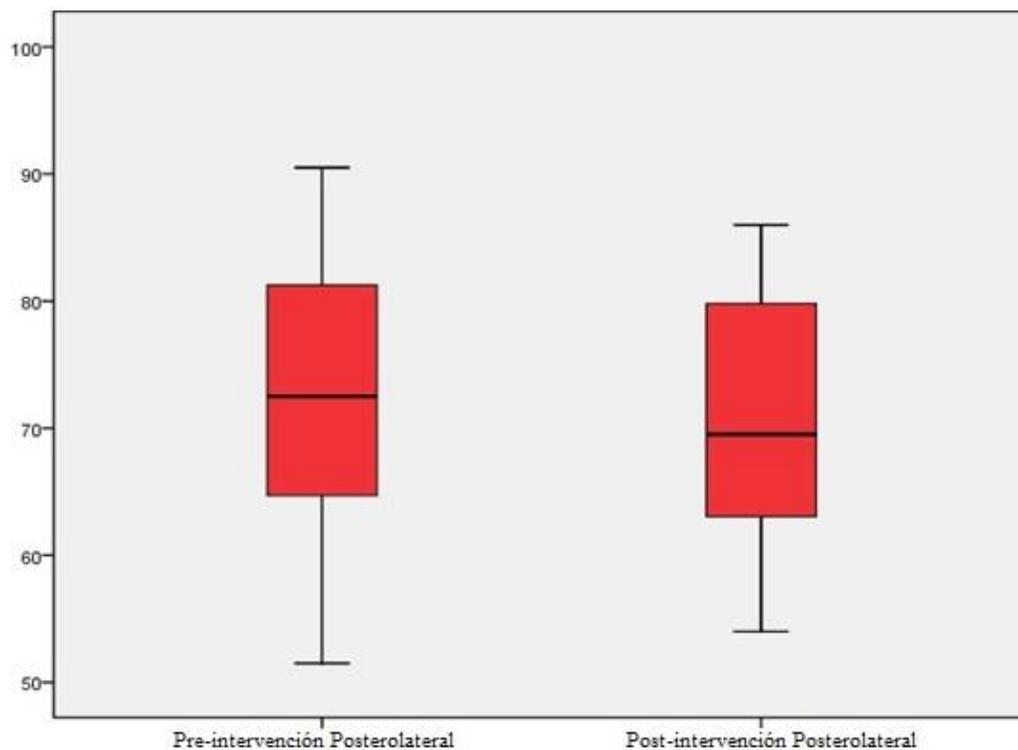
En cuanto a los datos atípicos, en el grupo de control para la post-intervención anterior se tiene un rango intercuartil de 11 cm y como consecuencia un límite inferior de 58,5

centímetros, el valor atípico representado con el número 1arroja un valor de 61,5 centímetros por lo se encuentra dentro del límite inferior.

En el grupo experimental se presenta el dato atípico número 6 con un valor de 96,2 cm, en este caso el rango intercuartil es de 11,83centímetros y el límite superior es de 96,14 cm, una vez más el dato que pudiese interferir con la muestra no puede ser eliminado ya que representa más del 5% de la muestra, lo que afectaría de forma negativa el estudio.

Gráfico 3

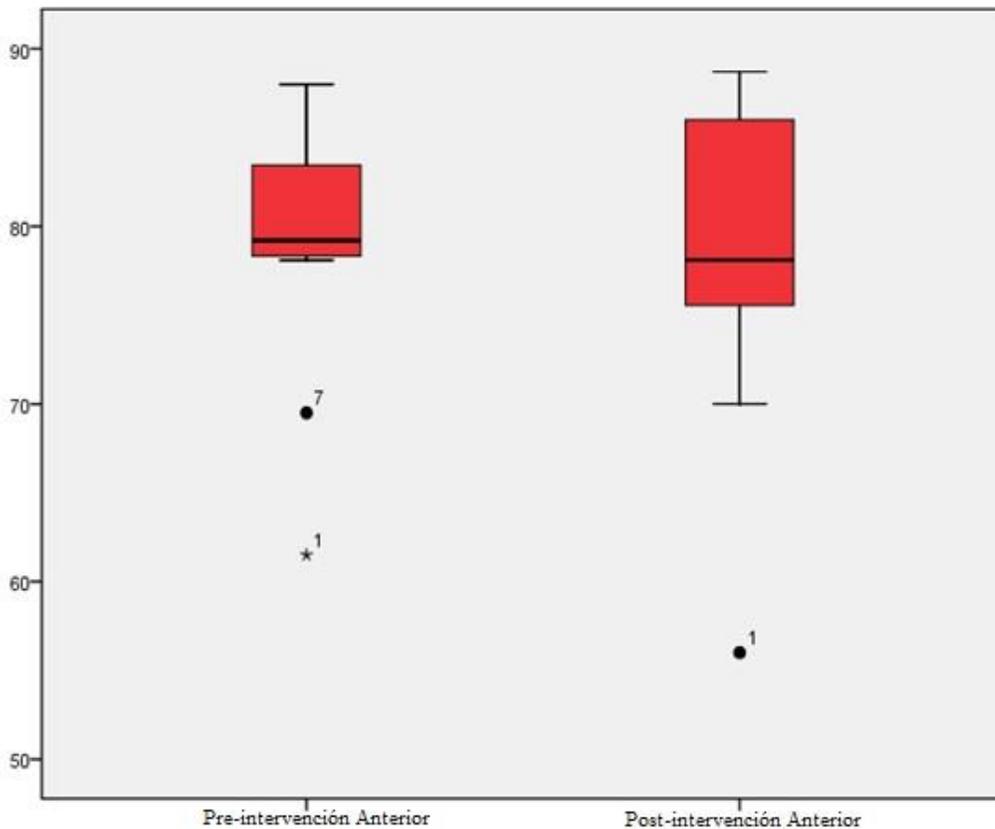
Distancia pre-intervención posterolateral versus post-intervención posterolateral, grupo de control.



Previo a la intervención el grupo control, en la dirección posterolateral muestra un valor promedio de alcance de 72,880 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 70,893 centímetros ($P>0,05$).

Gráfico 4

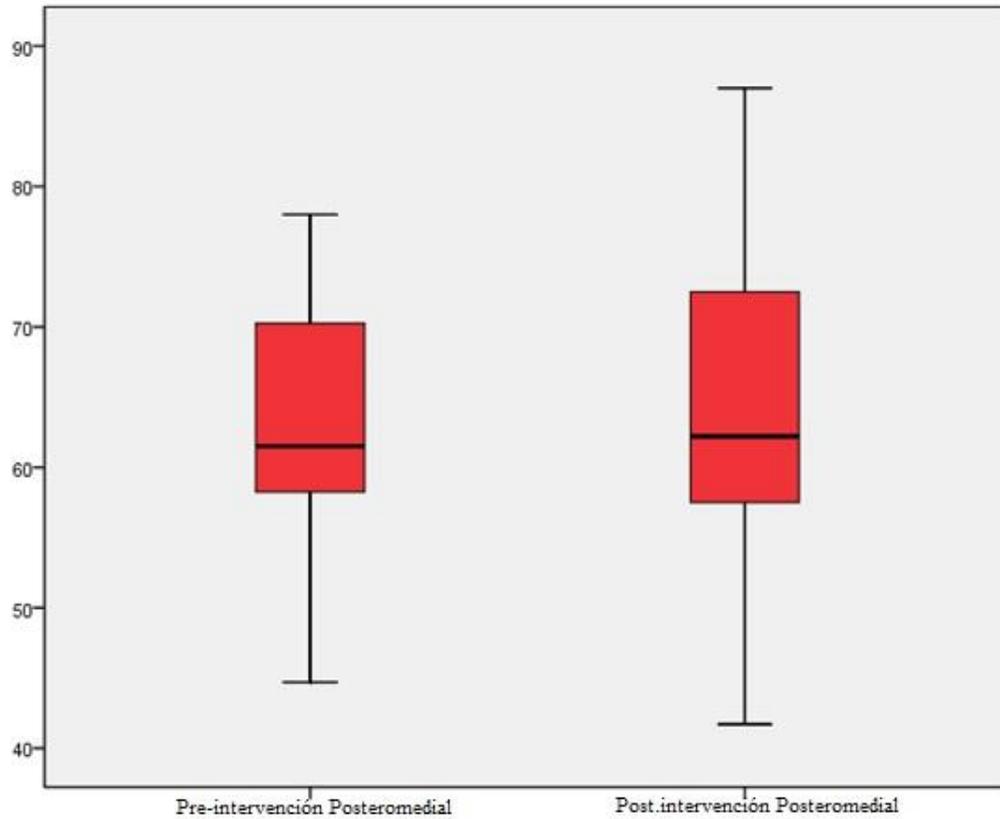
Distancia pre-intervención anterior versus post-intervención anterior, grupo de control.



Previo a la intervención el grupo control, en la dirección anterior muestra un valor promedio de alcance de 79,767 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 78,660 centímetros ($P>0,05$). Los valores atípicos en este gráfico han sido analizados en grafico 1 y gráfico 2.

Gráfico 5

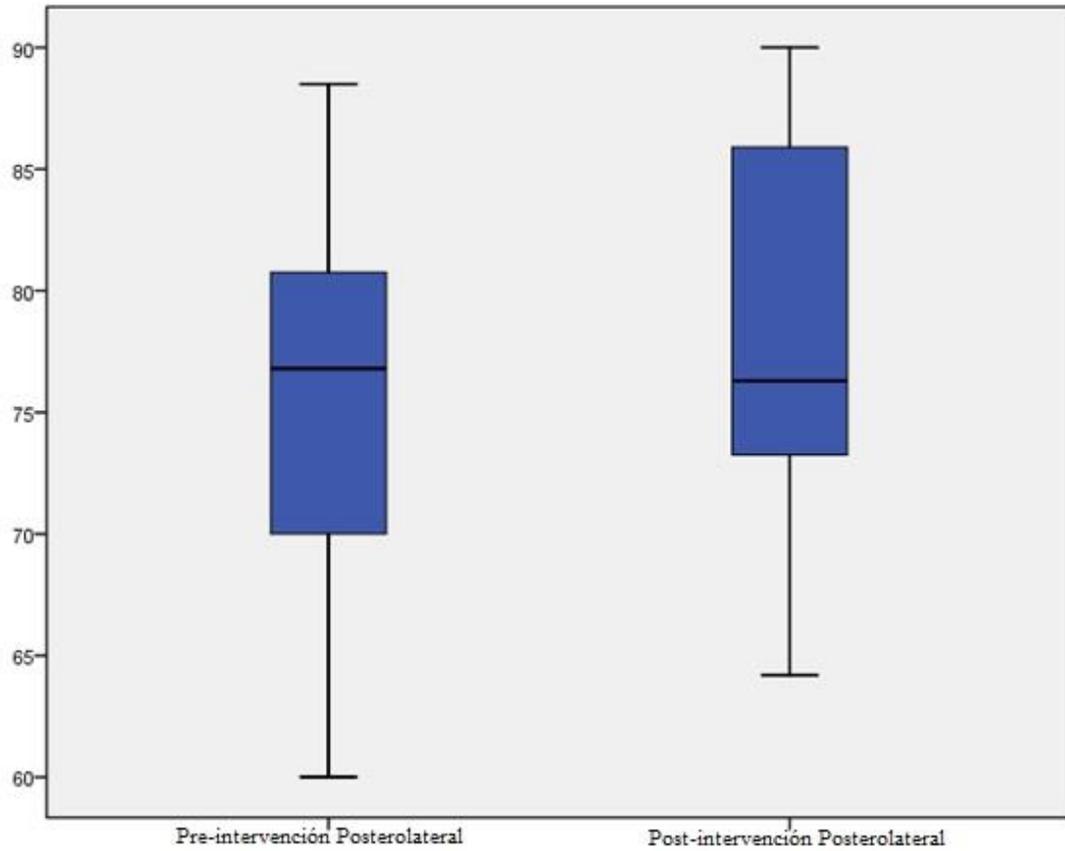
Distancia pre-intervención posteromedial versus post-intervención posteromedial, grupo de control.



Previo a la intervención el grupo control, en la dirección posteromedial muestra un valor promedio de alcance de 63,420 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 63,827 centímetros ($P > 0,05$).

Gráfico 6

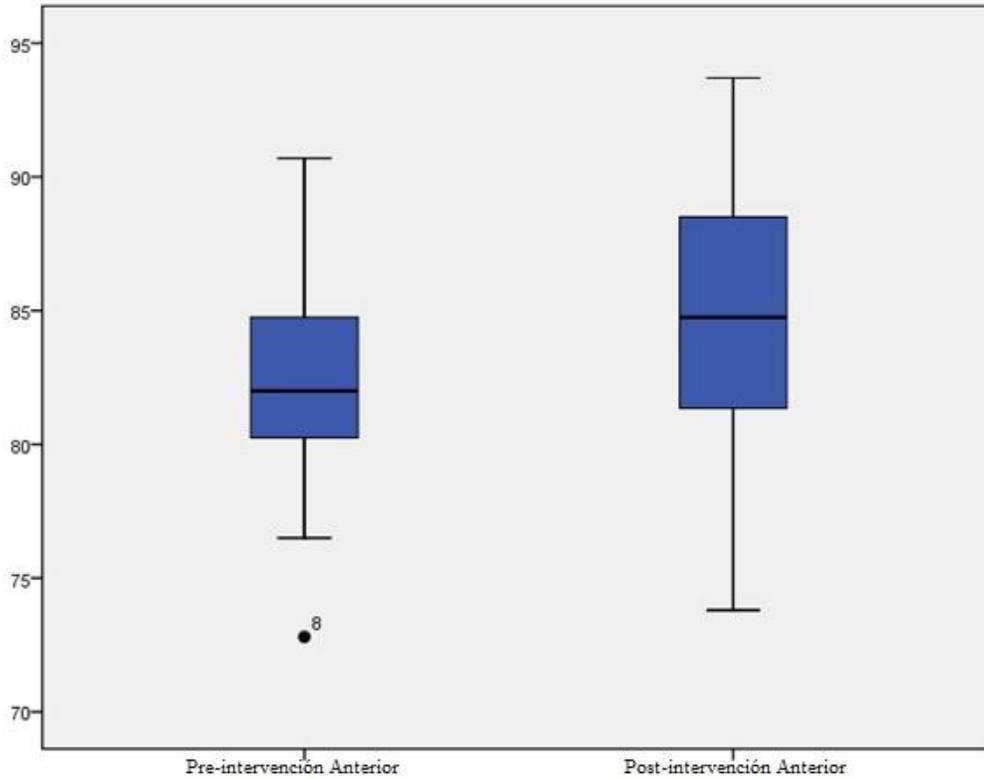
Distancia Pre-intervención posterolateral versus post-intervención posterolateral, grupo experimental.



Previo a la intervención el grupo experimental, en la dirección posterolateral muestra un valor promedio de alcance de 74,529 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 74,519 centímetros ($P > 0,05$).

Gráfico 7

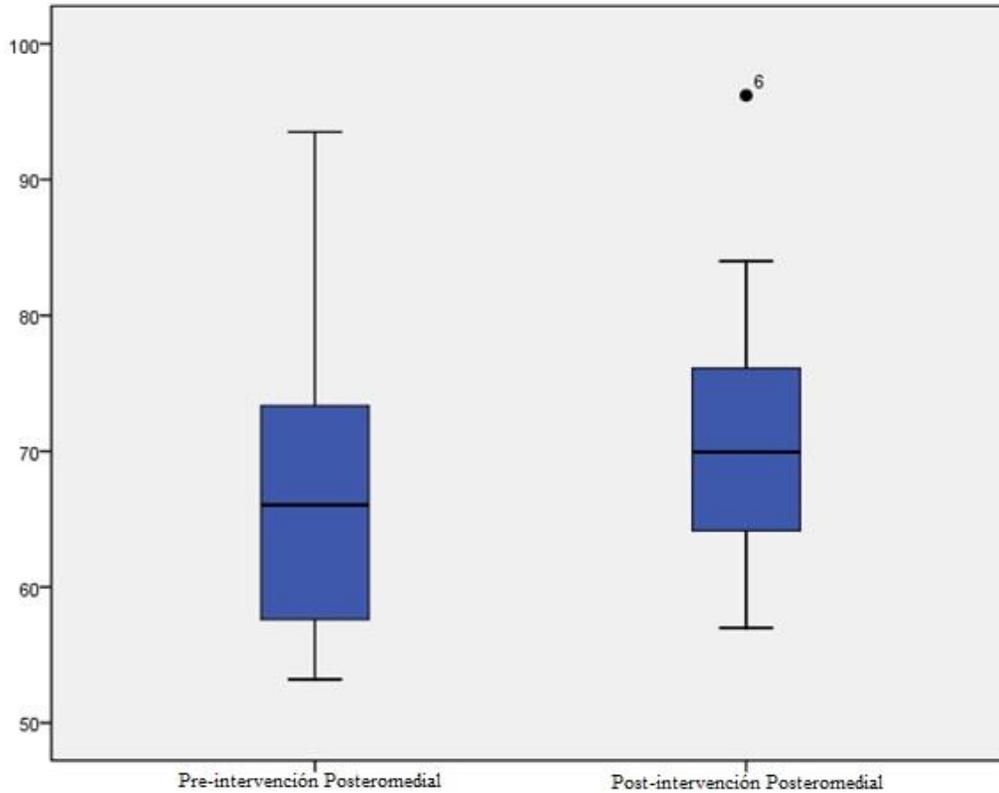
Distancia pre-intervención anterior versus post-intervención anterior, grupo experimental.



Previo a la intervención el grupo experimental, en la dirección anterior muestra un valor promedio de alcance de 80,997 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 81,758 centímetros ($P < 0,05$). El valor atípico que se presenta en el grafico ha sido analizado en el gráfico 1.

Gráfico 8

Distancia pre-intervención posteromedial versus post-intervención posteromedial, grupo experimental.



Previo a la intervención el grupo experimental, en la dirección posteromedial muestra un valor promedio de alcance de 65,306 centímetros, posterior a la intervención muestra un valor promedio de alcance de 67,777 centímetros ($P < 0,05$). El valor atípico que se encuentra en el gráfico ha sido analizado en el gráfico 2.

6. DISCUSIÓN.

El actual estudio realizado en la Universidad de las Américas sede providencia, 31 jóvenes sanos de ambos sexos, estudiantes de la carrera de kinesiología de dicha sede fueron aleatorizados en dos grupos. Un grupo experimental ejecutó el SEBT modificado en las direcciones anterior, posterolateral y posteromedial para proceder a recibir la aplicación de frío por medio de un cold-pack por 10 minutos y posteriormente volver a ejecutar el test mencionado, mientras que el grupo control realizó el mismo test en las direcciones anterior, posterolateral y posteromedial para luego recibir una intervención que constó en un descanso de 10 minutos y luego volver a ejecutar el test.

En los datos basales de ambos grupos no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas. Al momento del reclutamiento de los sujetos se registraron 4 pérdidas. No fue necesario el análisis por intención de tratar. Durante el desarrollo de la investigación, todos los participantes concluyeron satisfactoriamente el proceso de medición, no hubo abandonos y no se registró complicación asociada a ambas modalidades de intervención.

Pocos estudios han examinado los efectos de la crioterapia sobre la musculatura articular y el sistema sensoriomotor para estabilizar la articulación de tobillo⁶. Además, visto desde otra perspectiva, ninguno de estos estudios informó sobre el mecanismo de la influencia de la crioterapia en la cinestesia³⁵, por lo tanto es complejo dilucidar qué tejido es el que está siendo influenciado por la crioterapia local en tobillo. Los efectos de la crioterapia sobre la función muscular siguen siendo controversiales. El enfriamiento del tejido muscular tiene distintos efectos fisiológicos en la contracción muscular incluyendo una disminución en la actividad del huso neuromuscular (Oksa et al., 2000)³⁶. La discrepancia observada en la literatura parece ser el resultado del tipo de medición utilizado, la localización de la intervención con crioterapia (músculo o articulación), y el tiempo en el cual se constatan las mediciones (durante o después de la aplicación de crioterapia) (Hopkins and Stencil, 2002)³⁷.

El análisis estadístico arrojó que los datos basales de los sujetos incluidos en el grupo control en contraste con el grupo experimental no presentaron diferencias estadísticamente significativas en las medias de las variables edad ($P=0,932$), peso ($P=0,702$), estatura ($P=0,340$) y largo de pierna derecha ($P=0,565$) e izquierda ($P=0,559$), para todas las variables anteriores el intervalo de confianza es de un 95%. La muestra es heterogénea y ambos grupos fueron aleatorizados por medio de lanzamiento de moneda. Luego del análisis de resultados de ambos grupos los datos recopilados del grupo control no presentaron cambios estadísticamente significativos entre las medias de las variables pre y post intervención en las direcciones anterior ($P=0,277$), posterolateral ($P=0,089$) y para la dirección posteromedial, al no distribuir normal y al no ser simétrica, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon ($P=0,394$) con un intervalo de confianza de 95%. Se observó que la intervención que constaba de un descanso de 10 minutos para el grupo control no generó cambios en la variable alcance, por lo cual descartamos que en ese periodo de tiempo de reposo exista un aprendizaje de la ejecución del test, que conlleve en una mejoría de los resultados. Por otra parte, el grupo experimental mostró diferencias estadísticamente significativas en las medias de las direcciones anterior ($P=0,015$) y posteromedial ($P=0,000$) con un intervalo de confianza del 95%. Mientras que la variable posterolateral no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P=0,291$), con un intervalo de confianza de 95%. Además, se obtuvieron datos de cambio en centímetros para las variables con diferencias estadísticamente significativas siendo el valor promedio pre-intervención de la dirección anterior 80,997 cm y post-intervención de 81,758 cm y de la dirección posteromedial el valor promedio pre-intervención 65,306 cm y post-intervención 67,777 cm. El aumento significativo de alcance expresado en centímetros en estas dos direcciones puede ser traducido como un aumento de la estabilidad dinámica del tobillo de la extremidad inferior dominante. Se puede señalar que la aplicación de crioterapia es efectiva aumentando la estabilidad en tobillo en sujetos sanos, pero dilucidar el mecanismo por el cual la estabilidad dinámica traducida en alcance se ve afectada es controversial. Según el estudio de Hopkins (Hopkins J. et al 2006) se podría atribuir el aumento de la estabilidad como una elevación de la actividad del músculo peroneo

largo, activando los mecanismos eversores, pero a su vez el mismo Hopkins señala que dicha elevación de la actividad del peroneo largo se produce 30 minutos posterior a la aplicación de una bolsa de hielo molido en el tobillo, lo cual denomina periodo de descongelamiento o "rewarming" por lo cual la complejidad de entender el mecanismo de aumento de la estabilidad en el tobillo es complicado⁶. Desconocemos el mecanismo fisiológico por el cual el tobillo responde en un periodo corto de tiempo que abarca solo 10 minutos. También otro punto importante a discutir es el periodo de tiempo por el cual el hielo logra mantener su efecto, ya que no sabemos qué tejido está siendo afectado por el hielo. Se necesitan más estudios que consten de un mayor periodo de tiempo de seguimiento, como horas o días para cuantificar si esta variable logra perpetuarse con el paso de las horas, o si para lograrlo es necesario combinar el hielo con otro tipo de terapia, utilizando el mismo SEBT como tratamiento. La crioterapia produce una disminución en la velocidad de conducción nerviosa^{20, 23} y viéndolo desde este punto de vista, se espera que las tres direcciones del test fueran influenciadas de igual manera, lo cual no sucedió. Casualmente observando la ejecución del test las dos variables que produjeron un cambio estadísticamente significativo con el hielo presentan una alta exigencia de dorsiflexión del pie dominante. El déficit del balance eleva el riesgo de presentar esguince de tobillo en inversión tanto en la extremidad lesionada como en la indemne³⁸ y según Mckeon PO y Hertel J. (2008) los déficits en tobillo pueden ser pesquisados con test como el SEBT, en los cuales no solo gana importancia su rol como predictor de lesiones o disfunciones en el lado que realmente presenta dicho diagnóstico, sino que también en el lado considerado "sano" ya que el estudio no constató en los usuarios episodios de esguince de tobillo de más de 3 meses de data, lo que no quiere decir que dichos usuarios no presenten una alteración en la estabilidad de tobillo, sólo que esta puede encontrarse sin diagnóstico al momento de ejecutar el test³⁹.

A pesar de la validez del SEBT de pesquisar alteraciones en la estabilidad en pacientes actualmente sanos, esta investigación debe ser complementada con estudios futuros

que abarquen una población con diagnóstico de inestabilidad crónica de tobillo, los cuales presentan características como alteración de la propiocepción, debilidad muscular, disminución del control postural y alteración del control neuromuscular¹. Para lograr una mayor comprensión de la eficiencia del hielo de generar cambios en la estabilidad del tobillo se considera que este estudio es solo el inicio de estudios más acabados en términos de patología y seguimiento de los sujetos. A pesar de haber obtenido ganancias positivas, los resultados se deben interpretar con precaución al utilizar el hielo como mecanismo de prevención de lesiones en conjunto con otras intervenciones.

Conflicto de interés: Los investigadores refieren que no hubo conflicto de interés.

7. CONCLUSIÓN.

El tobillo es frecuente motivo de estudio para los fisioterapeutas al ser una zona de gran importancia anatómica y a sus recurrentes lesiones traumáticas. Al ser una articulación clave para el ser humano e imprescindible para la ejecución de tareas como la transición sedente bípedo y la deambulación. Debido a la baja evidencia recopilada sobre los efectos de la aplicación de crioterapia en la articulación de tobillo, especialmente en las variaciones de la excursión de este, lo que se relaciona con el concepto de estabilidad dinámica, generando la inquietud de realizar este estudio, ya que generalmente el Kinesiólogo utiliza la crioterapia como cuidado paliativo.

Hay un hito que marca un antes y un después en la labor de la rehabilitación, esta es la evaluación realizada por el kinesiólogo a los usuarios. Desde este punto el clínico recopila un el máximo de datos del usuario, utilizando pruebas objetivas para formular un diagnóstico certero y tomar las directrices a seguir durante la terapia. En este caso surge una importante pregunta, ¿Se debe esperar hasta el momento de la lesión o repetición de esta, o se deben adoptar nuevas directrices que nos ayuden a adelantarnos al episodio y prevenir potenciales lesiones?

El SEBT es descrito por Gray, como una herramienta de rehabilitación para extremidad inferior. También es considerado como una herramienta para medir la estabilidad dinámica o equilibrio dinámico de la extremidad inferior. El SEBT modificado es una herramienta de fácil uso, acceso, aplicación, de replicación simple y objetiva para la articulación de tobillo.

La crioterapia como sabemos es la utilización del frío con un fin terapéutico, en cualquiera de sus variadas aplicaciones que buscan por medio de estas lograr generar analgesia local y controlar la inflamación. Por lo que por medio de este estudio se busca ampliar la evidencia de la crioterapia.

Todo esto nos lleva a determinar si existen diferencias significativas en la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a la aplicación de

crioterapia, en comparación con la excursión de tobillo durante la ejecución del SEBT modificado posterior a un descanso de 10 minutos en sujetos sanos estudiantes de Kinesiología UDLA, Sede Providencia. De esta forma se busca aumentar la evidencia sobre el efecto de la crioterapia, y poder responder la hipótesis: “La aplicación de crioterapia durante 10 minutos en tobillo aumenta la excursión en al menos una dirección durante la ejecución del SEBT modificado”.

Es por esto que se aleatoriza a 31 sujetos estudiantes de kinesiólogía de la Universidad de las Américas sede Providencia, quedando 16 en el grupo experimental y 15 en el grupo control, donde ambos grupos debían realizar SEBT modificado en sus tres direcciones (anterior, posteromedial y portero lateral), luego al grupo experimental se le aplicó crioterapia en la zona periarticular del tobillo por 10 minutos y el grupo control realizó un descanso durante el mismo tiempo, posterior a esto deben repetir nuevamente la prueba para poder cuantificar los cambios que se produjeron.

El estudio logra aportar evidencia de estabilidad de tobillo en población chilena, de la cual existe escasa bibliografía, además de poner en la palestra una herramienta de trabajo no muy utilizada y tal vez dejada de lado en general por los terapeutas.

Los datos obtenidos del estudio con respecto a la excursión en la dirección anterior y posteromedial durante la ejecución del SEBT modificado evidenciaron un incremento significativo tras la aplicación de crioterapia en contraste con el grupo control. Se puede inferir que en el pie dominante posterior a la aplicación de frío existe un aumento de la estabilidad, lo que afirma la hipótesis propuesta en el estudio, la cual plantea que la aplicación de crioterapia aumenta la excursión en una o más direcciones del SEBT modificado al realizar los alcances.

Concluimos que los resultados presentados en el estudio deben ser interpretados con precaución y se necesitan más estudios, sobre todo en pacientes que presentan una condición real en tobillo (esguince crónico, inestabilidad) para cuantificar si la crioterapia genera efectos similares en dichos casos. Se necesita también evidencia de seguimiento para dilucidar cuánto es el periodo de acción del cold-pack en la

articulación de tobillo y que de este modo las herramientas expuestas puedan ser utilizadas en maniobras preventivas de lesiones de tobillo, en combinación con otras intervenciones. Para finalizar este estudio deja una base para que en un futuro sea replicado con un número de pacientes mayor, con presencia de algún diagnóstico en tobillo y así ampliar el campo de conocimiento acerca de la crioterapia.

8. BIBLIOGRAFÍA.

1. Guzmán-Muñoz E, et al. 2014. Correlación entre el control postural y neuromuscular con cuestionarios de percepción funcional en deportistas con inestabilidad de tobillo. *Fisioterapia*.<http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2014.05.004>
2. M.f. peydro de moya, j.m. baydalbertomeu y m.j. vivas broseta. (noviembre 2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación (Madr)*, 39(6), 315-23.
3. FaraldoGarcia, A., Santos Perez, S., Labella Caballero, T., & Soto Varela, A. (2015). Influencia del sexo en el test de organización sensorial y los límites de estabilidad en sujetos sanos. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 62(5), 333-338.
4. Hubbard, T. J., Kramer, L. C., Denegar, C. R., & Hertel, J. (2007). Correlations Among Multiple Measures of Functional and Mechanical Instability in Subjects With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 361–366.
5. Mckeon, P., Ingersoll, C., et al. (2008, Abril). Balance Training Improves Function and Postural Control in Those with Chronic Ankle Instability. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 1810-1819. 2016, agosto 9, De Pub Med Base de datos.
6. Hopkins, J. T., Hunter, I., & McLoda, T. (2006). Effects of Ankle Joint Cooling on Peroneal Short Latency Response. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(2), 333–339.
7. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. (2012 May-Jun). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train*, 47(3):339-57
8. Earl JE, Hertel J. (2001) Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil*, 10(2):93-104

9. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. (2002). Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in detect ingreach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 37(4):501-506
10. Emery, C., Rose, S., et al. (2007, january 1). A Prevention Strategy to Reduce the Incidence of Injury in High School Basketball: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Clin J Sport Med*, Volumen 17, 17-24. 2016, agosto 8, De Pub Med Base de datos
11. De La Motte S, Arnold BL, Ross SE. (2015 Apr). Trunk-rotation differences at maximal reach of the star excursion balance test in participants with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 50(4):358-65.
12. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. (2007 Jan-Mar). Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics *J Athl Train.* 42(1): 42–46.
13. Karimi MT, Solomonidis S. (2011 Apr). The relationship between parameters of static and dynamic stability tests. *Journal of Research in Medical Sciences: J Res Med Sci.* 16(4): 530–535.
14. Hyong IH1, Kim JH1. (2014 Aug). Test of intrarater and interrater reliability for the star excursion balance test. *J Phys Ther Sci.* 26(8):1139-41.
15. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. (2006 Mar). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 36(3): 131-7.
16. Ness Bm, Taylor AL, Haberl MD, Reuteman PF, Borgert AJ. (2015 Apr). Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the star excursion balance test. *Int j sports phys ther.* 10(2): 168-177.
17. Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. (2013 Sep-Oct). Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *J Athl Train.* 48(5): 621-626.
18. Clagg S1, Paterno MV, Hewett TE, Schmitt LC. (2015 Jun). Performance on the modified star excursion balance test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 45(6):444-52.

19. Santos, Vanessa Batista da Costa, Cardoso, Camila dos Santos, Figueiredo, Camila Pelegrin, & Macedo, Christiane de Souza Guerino. (2015). Effect of cryotherapy on the ankle temperature in athletes: ice pack and cold water immersion. *Fisioterapia em Movimento*, 28(1), 23-30. Epub Dic 08, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/0103-5150.028.001.AO02>
20. Apolo Arenas, M., Caballero Ramos, T., & López Fernández -Argüelles, E. (2009). Utilización de la crioterapia en el ámbito deportivo [The use of cryotherapy in the sport]. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 1(1), 17-23. Recuperado de <http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/article/view/6>
21. Cameron, M. (2009). *Physical agents in rehabilitation* (3rd ed.). St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier.
22. Ingersoll, C. D., Knight, K. L., & Merrick, M. A. (1992). Sensory Perception of the Foot and Ankle Following Therapeutic Applications of Heat and Cold. *Journal of Athletic Training*, 27(3), 231–234.
23. Castro López, Frank Wenceslao. (2009). Agentes físicos terapéuticos. *Educación Médica Superior*, 23(1) Recuperado en 03 de noviembre de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412009000100013&lng=es&tlng=es.
24. Shamus E., Wilson S.H. (2005). The Physiologic Effects of the Therapeutic Modalities Intervention on the Body Systems. En: Prentice W.E., *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*, 3ª ed. McGraw-Hill, Cap 19, 551-68.
25. Hans-George Horn, Hans-Jürger Steinmann. (2005). Entrenamiento Médico en Rehabilitación y Técnicas de Tratamiento en la Fisioterapia. En su: *Entrenamiento Médico en Rehabilitación*, Editorial Paidotribo. Parte IV, Cap. 14, Pp: 331-60.
26. Douglas, M., Bivens, S., Pesterfield, J., Clemson, N., Castle, W., Sole, G., & Wassinger, C. A. (2013). Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(1), 9–14.

27. O. Surenkok, A. Aytar, E. H. TÅNuzÅNun, and M. N. Akman. (2008). Cryotherapy impairs knee joint position sense and balance, *Isokinetics and Exercise Science*. 16(1), 69–73.
28. Dewhurst S, Riches PE, De Vito G.(2007 Jun). Moderate alterations in lower limbs muscle temperature do not affect postural stability during quiet standing in both young and older women. *J ElectromyogrKinesiol. ;17(3):292-8*.
29. Williams, E. E., Miller, S. J., Sebastianelli, W. J., &Vairo, G. L. (2013). Comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle. *International Journal of SportsPhysicalTherapy*, 8(6), 828–837.
30. Fortune, J., Paulos, J., & Liendo, C. (2005). *Ortopedia y Traumatología*. Santiago de Chile: Escuela de Medicina PUC.
31. Neumann, D. (2007). El tobillo y el pie. En *Cinesiología del sistema musculo esquelético*. Badalona, España: Paidotribo. 485-530.
32. Sammarco, J. &Todd, R. (2004). Biomecánica del pie y tobillo. En *Biomecánica basica del sistema musculo esquelético (pp.228-264)*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
33. Gilroy, A., MacPheterson, B., & Ross, L. (2010). *Atlas de Anatomía*. Madrid, España: Panamericana.
34. M.F. peydro de moya, J.M. baydalbertomeu, M.J. vivas broseta. (noviembre 2005). Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación (Madr)*, 39(6), 315-23.
35. PawelFrmanek, M., Slomka, K., & Juras, G. (2016). Review Article The Effects of Cryotherapy on Proprioception System. (2014). *BiomedResearch International*, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/696397>
36. Oksa, J., Rintamaki, H., Rissanen, S., Rytky, S., Tolonen, U. and Komi, P.V. (2000). Stretch- and H-reflexes of the lower leg during whole body cooling and local warming. *Aviation, Space, And Environmental Medicine*, 71(2), 156-161.

37. Hopkins, J.T. and Stencil, R. (2002) Ankle joint cryotherapy facilitates soleus function. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 32, 622-627.
38. Wikstrom EA, Naik S, Lodha N, Cauraugh JH. (2009 June). Balance capabilities after lateral ankle trauma and intervention: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 41(6), 1287-95.
39. McKeon, P. O., & Hertel, J. (2008). Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: Can Deficits Be Detected With Instrumented Testing. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 293–304.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE KINESIOLOGÍA



Entrevista clínica.

Santiago, ____ de _____ del 2015

Nombre: _____

Sexo: _____ **Edad:** _____

Sede: _____ **Carrera:** _____

E-mail: _____ **Celular:** _____

Año de ingreso a la carrera y casa de estudios (marque con un ticket):

2012_____

2013_____

Otro_____

¿Presenta alguna alteración estructural o funcional en la extremidad inferior y/o columna? (si la respuesta es sí indique cual)

Sí_____

No_____

Cual:

¿Presenta hipersensibilidad al frío?

Sí_____

No_____

¿Presenta alguna herida reciente o cicatriz en el tobillo?

Si___ No___

¿Ha padecido de un traumatismo reciente o de una cirugía de tobillo alguna vez en su vida?

Sí___ No___

Dentro de los últimos 3 meses ¿Ha sufrido algún tipo de esguince ligamentoso en su tobillo?

Sí___ No___

¿Presenta inestabilidad de tobillo diagnosticada?

Sí___ No___

Observaciones del evaluador:

Firma del encuestado.

Firma del Evaluador.

9.2 Anexo 2

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE KINESIOLOGÍA



Fecha _____

Yo : _____

RUT N° _____ certifico que he sido informado(a) con claridad y veracidad debida en entrevista personal realizada el dia _____ respecto al procedimiento que los estudiantes Nicolas Avila, Mauricio Loyola, Catalina Cid y Cristobal Muñoz ademas del Docente y Kinesiólogo Jorge Ugarte me han invitado a participar, que actuo libremente, de manera voluntaria y consecuente como colaborador, contribuyendo al siguiente estudio de manera activa tanto en el ambito procedimental y tambien en la respuesta a preguntas realizadas por los evaluadores. Soy conocedor (a) de la autonomia que poseo para retirarme del estudio en el momento en que yo lo estime conveniente sin justificacion alguna y ademas se respetara mi integridad fisica y psicologica dentro del estudio.

Manifiesto que tras haber leido este documento que me considero adecuadamente informado(a), por lo tanto doy mi consentimiento voluntario para realizar las pruebas correspondientes y responder las preguntas que se me realicen dentro del estudio.

Firma del Participante.

Firma de investigador.

9.3 Anexo 3

“ESTUDIO COMPARATIVO POSTERIOR A CRIOTERAPIA EN EL CAMBIO DE LA EXCURSIÓN DEL SEBT MODIFICADO EN SUJETOS SANOS”

“Solicitud de laboratorio de instalaciones de UDLA sede providencia para realizar mediciones y procedimientos con agente físico”

Santiago, 27 de Julio de 2015.

Sr. Sebastián Parraguez Soto.

Director de carrera de la Escuela de Kinesiología

UDLA sede providencia.

Estimado director, por este medio deseamos solicitar de manera formal el laboratorio de las instalaciones de UDLA sede providencia, edificio E de la facultad de la salud, específicamente la sala E603 para realizar mediciones y procedimientos con agente físico que serán incluidas dentro de nuestro estudio y tesis, además del uso del congelador perteneciente a la universidad.

Las fechas y el horario a utilizar el laboratorio se apegarán a la disponibilidad de las instalaciones si la escuela lo permite, durante el segundo semestre del año 2015.

Queremos destacar también que nos comprometemos a mantener el laboratorio ordenado y cuidar de las instalaciones y la maquinaria, tomando responsabilidad de cualquier suceso dentro de este y también señalar que, si el laboratorio no cuenta en dichas fechas con la indumentaria necesaria para nuestro estudio, en este caso los cold-pack, serán adquiridos con fondos del grupo de tesis para su previo uso en el estudio.

Pretendemos que esta carta sirva de respaldo a una respuesta futura, y será adjuntada a nuestro anteproyecto de tesis.

Sin más que acotar, se despiden atentamente:

Cristóbal Francisco Muñoz Briceño	RUT: 16.370.985-6
Catalina Francisca Cid Cruz	RUT: 18.440.430-3
Mauricio Fabián Loyola Garrido	RUT: 17.724.743-K
Nicolás Iván Ávila Silva	RUT: 18.611.922-3

Sebastián Parraguez Soto
Director de carrera de la escuela de Kinesiología
Udla sede Providencia.

9.4 Anexo 4



Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de Kinesiología

Santiago, ____ de _____ del 2015

CARTA COMPROMISO PROFESOR GUIA

Yo, _____, R.U.T.

N° _____ de profesión _____, Teléfono
de _____

Contacto: _____ Correo electrónico _____

Declaro mediante esta carta mi compromiso para participar como Profesor Guía del siguiente

Seminario de Licenciatura:

Realizado por los alumnos:

- 1.- Nicolás Iván Ávila Silva RUT 18.611.922-3
- 2.- Catalina Francisca Cid Cruz RUT 18.440.430-3
- 3.- Cristóbal Francisco Muñoz Briceño RUT 16.370.985-6
- 4.- Mauricio Fabián Loyola Garrido RUT 17.724.743-k

Para tal efecto me doy por informado del Reglamento de Seminario de Licenciatura de la Escuela de Kinesiología, en donde se especifica la normativa del proceso y las funciones del profesor guía.

Firma Profesor Guía.

9.5 Figuras.

Figura 9.5.1



Aplicación de cold-pack durante 10 minutos sobre una camilla.

Figura 9.5.2



Aplicación de cold-pack durante 10 minutos sobre una camilla.

Figura 9.5.3



Realización del SEBT modificado en dirección anterior.

Figura 9.5.4



Realización del SEBT modificado en dirección posteromedial.

Figura 9.5.5



Posición inicial previa a la realización del SEBT modificado.

Figura 9.5.6



Posición inicial previa a la realización del SEBT modificado.

Figura 9.5.7



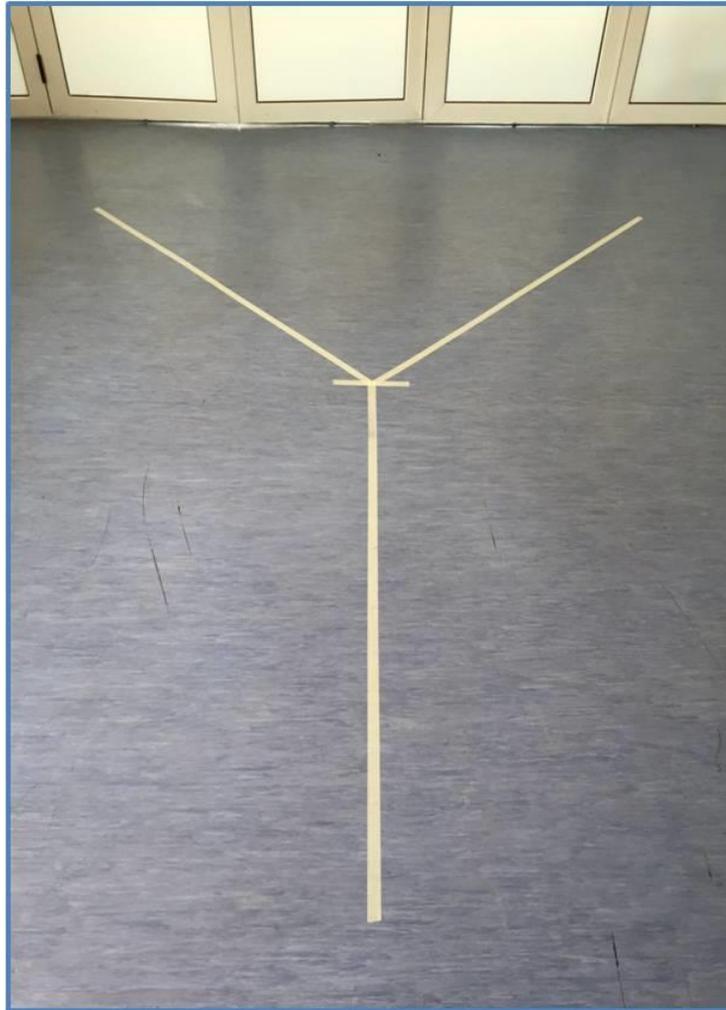
Posición inicial previa a la realización del SEBT modificado.

Figura 9.5.8



Aplicación de cold-pack durante 10 minutos sobre una camilla.

Figura 9.5.9



Direcciones; anterior, posterolateral y posteromedial del SEBT modificado.

Figura 9.5.10



Realización del SEBT modificado en dirección posteromedial.

Figura 9.5.11



Realización del SEBT modificado en dirección posterolateral.

Figura 9.5.12



Posición inicial previa a la realización del SEBT modificado.