



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTO DE TECARTERAPIA Y COMPRESA HÚMEDO CALIENTE
EN EL RANGO DE MOVIMIENTO DE EXTENSIÓN DE RODILLA
ASOCIADO A FLEXIBILIDAD DE ISQUIOTIBIALES EN JÓVENES
UNIVERSITARIOS SANOS SEDENTARIOS.**

SERGIO ANDRÉS CARRILLO VIDAL
ANTONELLA ESTEFANÍA MERELLO HIDALGO
CARLA ANDREA TADIC PULGAR

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo.

Profesor Guía: Klgo. Andrés Valladares Muñoz

Santiago, Chile

2014

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional durante todo este proceso de aprendizaje e investigación.

A nuestro profesor guía Andrés Valladares por la paciencia y la disposición de orientarnos y ayudarnos durante todo el desarrollo del trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	
ABSTRACT	
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1. Flexibilidad	4
2. Termoterapia.....	6
2.1 Termoterapia profunda: Radiofrecuencia/ Diatermia.....	9
2.1.1 TECAR.....	12
2.2 Termoterapia superficial.....	15
2.2.1 Compresa húmedo caliente	16
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	18
HIPÓTESIS.....	20
MATERIAL Y MÉTODO.....	21
METODOLOGÍA.....	23
Variables.....	26
RESULTADOS.....	30
DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIÓN.....	44

BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Tabla N°1. Promedio y desviación estándar de los resultados obtenidos de la prueba AKE previo y posterior a la intervención con TECAR a los 5, 10 y 15 minutos de aplicación.....	30
Tabla N°2. Promedio y desviación estándar de los resultados obtenidos de la prueba AKE previo y posterior a la intervención con CHC a los 5, 10 y 15 minutos de aplicación.....	31
Tabla N°3. Comparación de la variación del ROM posterior a la aplicación de TECAR y CHC a los 5, 10 y 15 minutos.....	33
Gráfico N°1. Comparación valores AKE pre y post utilización de TECAR para cada tiempo de aplicación.....	31
Gráfico N°2. Comparación valores AKE pre y post utilización de CHC para cada tiempo de aplicación.....	32
Gráfico N°3. Comparación de las diferencias de los valores AKE pre y post aplicación de TECAR y CHC para cada tiempo de aplicación.....	34

RESUMEN

La alteración de la flexibilidad es comúnmente tratada con termoterapia ya que incide sobre la extensibilidad del tejido. El agente más utilizado es la compresa húmedo caliente pero se destaca un nuevo agente físico, la TECAR, que es ampliamente utilizada en Europa.

El propósito de esta investigación es comparar el efecto de la TECAR con la compresa húmedo caliente sobre los Isquiotibiales en hombres jóvenes universitarios sanos (20 a 25 años) con limitación en el rango de movimiento de rodilla mayor o igual a 10° según el test *Active Knee Extension (AKE)*. Los agentes se aplicaron por 5, 10 y 15 minutos y se determinó el tiempo con mayores beneficios. Los cambios en el rango de movimiento se cuantificaron mediante goniometría previo y posterior a la aplicación de los agentes. Los resultados fueron analizados mediante t-student, t-student pareado, Wilcoxon y U de Mann-Whitney con un $p < 0,05$. La aplicación de TECAR mejora el rango de extensión de rodilla en los 3 tiempos de aplicación, a diferencia de la compresa húmedo caliente que mejora solo a los 5 y 10 minutos. No existe diferencia estadísticamente significativa que indique que hay un agente de termoterapia que tenga mejores resultados, en conclusión, cada agente por sí solo genera beneficios en el rango de extensión de rodilla.

Palabras claves: Termoterapia, flexibilidad, rango de movimiento, Isquiotibiales, TECAR, radiofrecuencia, compresa húmedo caliente, AKE.

ABSTRACT

Flexibility disorders in hamstrings are commonly treated with thermotherapy because of its effects on tissue extensibility. The most commonly used treatment is the moist heat pack, but there is a new physical agent TECAR which is widely used in Europe.

The purpose of this research is to compare the effect of TECAR with the moist heat pack on the hamstrings in healthy young male university students between 20 to 25 years old, with a limited range of motion greater than or equal to 10° , according to the Active Knee Extension (AKE). The agents were applied for 5, 10 and 15 minutes and it was determined the time with the most benefits. Changes in the range of motion were quantified by goniometry measures before and after each agent application. The results were analyzed by Student's t-test, paired Student's t-test, Wilcoxon and U Mann-Whitney with a $p < 0,05$. The application of TECAR improves the knee extension in the 3 times it was applied, unlike the moist heat pack improving only at 5 and 10 minutes of application. There is no statistically significant difference indicating that there is a thermotherapy agent that generates higher benefits, in conclusion, each agent by itself generates benefits in the range of knee extension.

Key words: Thermotherapy, flexibility, range of motion, hamstrings, TECAR, radiofrequency, moist heat pack, AKE.

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

- *AKE: Active Knee Extension.*
- CHC: Compresa húmedo caliente.
- *ROM: Range of Motion.*
- TECAR: Transferencia Eléctrica Capacitiva y Resistiva.
- *Active Knee Extension:* test activo que se utiliza para medir la extensibilidad de la musculatura isquiotibial, como parte de una evaluación física ortopédica.¹
- Flexibilidad: capacidad mecánica fisiológica que involucra el componente anatómico-funcional de músculos y articulaciones que intervienen en la amplitud del movimiento.²
- Rango de Movimiento: Cantidad de movimiento máximo de una articulación determinada por la forma de las carillas articulares, elasticidad de cápsula y de ligamentos del complejo articular, tono y longitud de los músculos que se oponen al movimiento y de la presencia de musculatura estabilizadora que además pueda generar movimiento.³

- TECAR: Sistema de generación de calor, hipertermia, a través de la transferencia de energía capacitiva y resistiva que se ha desarrollado para funcionar con frecuencias de radio de 0,4 hasta 0,8 MHz, con la capacidad de llegar a los tejidos profundos sin dañar los tejidos superficiales.⁴

INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es una característica que posee el músculo que relaciona tanto el componente muscular como articular. Al tener una flexibilidad muscular disminuida y un ROM (*Range of Motion*, Rango de Movimiento) limitado se pueden generar lesiones y alteraciones posturales, provocando malestar y dolor.^{5, 6, 7, 8}

Es por esto que lograr mejorar la flexibilidad, y con ello el ROM de una articulación, es muy importante tanto en la prevención como en el tratamiento de las alteraciones relacionadas.⁵

Debido a lo anteriormente mencionado, es que se han buscado métodos que permitan mejorar esta condición, siendo uno de éstos, el efecto que tiene el calor sobre la masa muscular de un segmento para aumentar la flexibilidad y *ROM* en una variedad de articulaciones.^{5, 9} El *ROM* de una articulación va a depender del grado de libertad específico de cada articulación y de la capacidad elástica muscular, siendo sobre este último donde el calor genera sus efectos.⁵

En la presente tesis daremos a conocer si existen variaciones en el *ROM* al aplicar dos agentes que actúan mediante termoterapia. Los agentes físicos que se aplicarán son la TECAR (Transferencia Eléctrica Capacitiva y Resistiva), una forma de generación de calor profundo; y CHC, la cual genera aumento de temperatura a un nivel superficial. Con esto se buscará ver si existe un aumento de *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de los Isquiotibiales en hombres universitarios sanos entre 20 y 25 años que presentan

limitación en el *ROM*, y si existen diferencias entre tres tiempos de aplicación (5, 10 y 15 minutos).

Podremos ver la capacidad que tienen estos dos agentes físicos en el aumento de la flexibilidad de isquiotibiales, para esto tenemos como base que el calor profundo genera mayor variación de temperatura a nivel muscular que el calor superficial, por lo que los cambios provocados por este serían de mayor significancia.^{10,11} La elección de la TECAR como agente terapéutico se realizó debido a lo novedoso y poco conocido en nuestro país, y se comparó con el agente de termoterapia superficial más utilizado en la práctica clínica, que es la CHC.

La incorporación de la TECAR nos va a permitir contar con otro equipo de termoterapia a la hora de elegir el agente físico más óptimo. Además estaremos aportando mayor respaldo a la literatura con nuestra investigación sobre los efectos que tiene la TECAR en la extensibilidad de los tejidos, específicamente en la musculatura isquiotibial, con el objetivo de obtener ganancias en el rango de extensión de rodilla.

En el desarrollo de esta tesis se tratarán conceptos importantes relacionados a termoterapia, sus características e implicancias en el área de la kinesiología, la flexibilidad y su relación con la potencial generación de lesiones y alteraciones posturales.

MARCO TEÓRICO

Con el paso de los años se han desarrollado nuevos estilos de vida debido a la incorporación de nuevas tecnologías y hábitos que traen consigo diversas consecuencias para la población, entre ellas, el sedentarismo. Si bien no existe un consenso en su definición, las más citadas son en relación al gasto energético diario total, y definen al sujeto sedentario como aquel que gasta menos del 10% del consumo energético diario en actividades que requieren al menos 4 equivalentes metabólicos (METS).^{12,13}

Se ha visto que el acortamiento de los Isquiotibiales tiene mayor incidencia en personas que realizan escasa actividad física y se mantienen sentadas por tiempos prolongados. La incidencia de lesiones en esta musculatura se atribuye a su componente biarticular, pudiendo contribuir a la producción de movimiento a nivel de cadera y rodilla. También se han realizado numerosas investigaciones en el ámbito deportivo,^{14,15,16} ya que este músculo es uno de los que con mayor frecuencia sufre lesiones que llevan a períodos de menor actividad física, lo que genera una disminución en el rendimiento deportivo por alteración de la funcionalidad y del componente estructural muscular. Muchas patologías se asocian a acortamiento muscular, y dolores en zonas de la columna lumbar. Dentro de las alteraciones a nivel muscular la más frecuente es el desgarro muscular, por lo que el manejo de las condiciones previamente expuestas tendría gran relevancia en el control y prevención de éstas.^{17, 18}

1.-Flexibilidad

La flexibilidad es una característica que engloba el conjunto de estructuras anatómicas articulares y musculares, que influyen en el rango máximo de movimiento que es capaz de realizar en una articulación.⁵

La flexibilidad va a depender de diversos factores, entre los que encontramos el grado de libertad específico de cada articulación y la elasticidad muscular.⁵ El ROM es específico para cada articulación y al mantener un rango de movilidad articular adecuado, se contribuye a la prevención de lesiones.^{2, 19,31}

Los factores que van a actuar sobre la flexibilidad se pueden dividir en tres grandes categorías; éstas son:

1. Factores biológicos o endógenos: son los factores de naturaleza anatómica; fuerza de la musculatura agonista al movimiento articular, herencia, edad, sexo (mayor flexibilidad en sexo femenino) y nivel de coordinación muscular.²
2. Factores exógenos o extrínsecos: hora del día, nivel de actividad física, modalidad deportiva si el individuo realiza, cansancio muscular y temperatura corporal.²
3. Factores endógenos neurológicos: son componentes intramusculares e intratendíneos como lo son el huso neuromuscular y el órgano tendinoso de Golgi.²

En la valoración de la flexibilidad de Isquiotibiales es importante considerar que es la responsable de episodios tales como producción de dolor

lumbar y lesiones deportivas, entre diversas patologías.²⁰ Además de lesiones musculares se pueden llegar a tener molestias corporales producto de la posición alterada en la cual trabaja cierta articulación de nuestro cuerpo, ya que el acortamiento de esta musculatura también influye en la flexibilidad general a nivel de columna y pelvis.^{2, 31, 21}

La forma más utilizada para incrementar la flexibilidad son las elongaciones (que se refiere a mover la articulación en un rango mayor a la acostumbrada a moverse), cuyo objetivo es mantener el estado de tensión sostenido de los grupos musculares. Estas elongaciones pueden ser de tipo pasivo o activo, y tienen diversas variables asociadas en relación al resultado que se obtendrá, dentro de estas se encuentran la fuerza o intensidad con que se realiza, la posición, la frecuencia y la duración de cada sesión de estiramiento, y por último el número de repeticiones.¹⁷ Dentro de los estudios, la tendencia es a referir dos métodos efectivos para mejorar la flexibilidad; uno es la realización de ejercicios de estiramiento pre o post actividad física, y el segundo método corresponde a la aplicación de calor, donde se encuentra la CHC como el agente más utilizado en clínica o la unión de ambos.^{5, 19,18, 22,23}

Se han realizado diversos estudios en los que se han comprobado los beneficios de la termoterapia en la ganancia de *ROM* de ciertas articulaciones cuando ésta es aplicada en el grupo muscular solicitado para aquello.^{22, 24,25} A pesar de que no hay claridad acerca de si es más o igualmente efectiva que la aplicación de estiramiento, hay estudios que si revelan un aumento del *ROM* en su aplicación. Es por eso que se ha incorporado dentro de numerosos protocolos de tratamiento con este fin.^{10, 26,27}

En relación a lo anterior, se ha comprobado la efectividad de la diatermia como termoterapia profunda y CHC como termoterapia superficial para el aumento de la extensibilidad a nivel del músculo, ^{22,25,28} siendo éstos los agentes a elección para generar mayor extensibilidad a nivel del tejido muscular. A nivel clínico es mucho más utilizada la CHC debido a sus beneficios, tales como costos y facilidad de aplicación.³⁹ Sin embargo, los estudios afirman que los beneficios de la termoterapia profunda son mayores a los que presenta la CHC porque el calor es generado a mayor profundidad en el músculo, aunque es necesario recalcar que la diatermia presenta mayores contraindicaciones.^{10, 24, 29,30}

A pesar de que ya existen agentes de termoterapia eficientes para la extensibilidad, ha surgido una nueva forma de aplicar calor, a través de la TECAR. Este agente terapéutico tiene un efecto beneficioso sobre los tejidos ya que genera aumento de calor por agitación de las moléculas, la energía utilizada es llevada directamente hacia el tejido y no se permite la pérdida de ésta. Este equipo ha sido muy utilizado en Europa, en el área deportiva especialmente, y clínicamente se han demostrado buenos resultados, sin embargo gran parte de la evidencia científica descrita por la empresa fabricante no está disponible al momento de realizar la búsqueda de información. La evidencia clínica disponible obtenida de revisiones y procesos experimentales relata buenos resultados en el tratamiento de lesiones y ciertas patologías.^{4, 31, 32,33}

En Chile este equipo es poco conocido y utilizado por los kinesiólogos, y se aplica principalmente en el área deportiva para tratar lesiones musculares.

2.-Termoterapia

La termoterapia corresponde a la aplicación de calor en los tejidos con fines terapéuticos. Entre los beneficios que genera sobre los tejidos se encuentran la función de controlar el dolor, aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos, aumentar la circulación y acelerar procesos curativos. Según la clasificación realizada por Lehmann³⁴, los efectos generados se describen según que el nivel de temperatura alcanzada a nivel tisular, siendo considerado aumento de temperatura leve cuando la temperatura aumenta 1° C (incremento del metabolismo celular); moderado, cuando la temperatura aumenta entre 2 – 3°C (incremento en mayor medida de la respuesta metabólica y aumento de la circulación); y por último aumento de temperatura vigoroso, cuando la temperatura sobrepasa los 4°C (generando un aumento en la extensibilidad de los tejidos).^{11,23,35}

La termoterapia se clasifica según diversos criterios; en primer lugar en relación a la profundidad de la acción térmica (superficial o profunda). En segundo lugar, según los mecanismos de transmisión del calor, dentro de los que encontramos conducción, convección, radiación, evaporación, conversión²³ (ver anexo 1). Por último, según si el calor es húmedo o seco.³⁵

Los efectos que se tratarán en mayor profundidad para esta investigación serán los neuromusculares y de alteración de la extensibilidad de los tejidos, ya que son los más importantes para fundamentar la función de la termoterapia sobre el *ROM*.

A. Efectos Neuromusculares

- El aumento de temperatura incrementa la velocidad de conducción nerviosa y disminuye la latencia de conducción tanto en nervios motores como sensoriales.²³
- Al elevar la temperatura a 42°C, se ha visto que hay una disminución en la actividad de los aferentes de los husos musculares tipo II y eferentes gamma, junto a un aumento en la actividad en el órgano tendinoso de Golgi en las fibras tipo Ib. Esto contribuye a la disminución de la actividad de la alfa motoneurona y así reduce el espasmo muscular.²³
- Aumenta el umbral del dolor. El calor aumenta la actividad de los termorreceptores cutáneos, quienes provocan un efecto inhibitorio de gate control inmediato en la transmisión de la sensación de dolor al nivel de la medula espinal.²³

B. Alteración de la extensibilidad de tejidos

- Cuando el tejido blando es calentado previo al estiramiento, este mantendrá un mayor aumento de longitud después de ser aplicada una fuerza de estiramiento, y menor será la fuerza requerida para lograr el incremento de longitud, además el riesgo de lesionar el tejido es menor.²³
- Al aplicar calor sobre tejido blando a base de colágeno antes de un estiramiento prolongado, por deformación plástica, el tejido incrementa su longitud y mantiene dicho aumento después de enfriarse. Por otro lado si no se calienta el tejido de colágeno previo al estiramiento, habrá una deformación elástica, es decir, la longitud

se mantendrá solo mientras dure la fuerza de estiramiento ya que posteriormente volverá a su longitud original.²³

- Para que el calor aumente la extensibilidad del tejido blando, se debe mantener un rango de temperatura adecuado y que alcance ciertas estructuras. La mayor longitud se alcanza a los 40° a 45°C por 5 a 10 minutos. Los agentes de termoterapia superficial, alcanzan a calentar las cicatrices cutáneas y tendones superficiales. En cambio la termoterapia profunda eleva la temperatura de estructuras más profundas como cápsulas articulares o tendones profundos donde se debe utilizar ultrasonido o radiofrecuencias.²³

2.1.-Termoterapia profunda: Radiofrecuencias /Diatermia.

Las radiofrecuencias son radiaciones del espectro electromagnético comprendidas entre 30 KHz y 3 GHz. Las terapias que usan estas radiofrecuencias para generar calor a nivel tisular son llamadas Diatermia.^{36, 37} Generan calor a través de conversión, la cual se produce por tres fenómenos físicos; movimiento iónico (por fricción iónica), rotación de moléculas dipolares (por colisión) y distorsión molecular de los electrones.³⁶

- **Clasificación de las radiofrecuencias:**

Se pueden clasificar según su objetivo de uso, cantidad de electrodos, forma en que la radiación se transmite al paciente y la existencia de un sistema de enfriamiento.³⁶ A continuación se considerarán sólo aquellas más relevantes en esta investigación:

- **Objetivo de uso:**

- Ablativas: usada exclusivamente en el área médica, su aplicación es invasiva y es empleada para destrucción celular por ejemplo en el tratamiento del cáncer y tumores. Temperaturas mayores a 45° C. ³⁷
- No ablativas: empleadas por médicos, fisioterapeutas y esteticistas. Su aplicación no es invasiva. ³⁶

- **Forma en que la radiación es transmitida al paciente:**

- Capacitivo: el electrodo activo está aislado mediante un dieléctrico, formando un capacitor. El capacitor tiene la función de almacenar cargas para liberarlas cuando una acumulación de voltaje supera la capacidad del material de aislamiento utilizado. ³⁶
- Resistivo: el electrodo activo tiene un conductor metálico, formando una resistencia. ³⁶

- **Efectos biológicos radiofrecuencias.**

Las radiofrecuencias producen efectos térmicos y atérmicos. Para efectos de esta investigación, se muestran a continuación los efectos térmicos más relevantes:

- Hiperemia cutánea y profunda.³⁶
- Aumento de actividad de sistema nervioso parasimpático y disminución del sistema simpático.³⁶
- Liberación de proteínas de choque térmico: la acción sobre el colágeno puede ser explicada por las proteínas de choque térmico o HSP (Heat Shock Protein). La HSP47 en las células que sintetizan colágeno está implicada en la biosíntesis de colágeno tipo I. Su liberación se produce en respuesta a las altas temperaturas (alrededor de 41 °C).³⁶

La temperatura alcanzada depende de varios aspectos. Entre las variables que modifican la temperatura en los tejidos se encuentran la potencia del equipo, tamaño del electrodo activo, velocidad a la que se mueve el electrodo activo, entre otras³⁶(Ver anexo 2).

- **Contraindicaciones**

Entre las contraindicaciones absolutas se encuentran el uso de marcapasos cardíaco, cáncer o metástasis, diabetes y aplicación en testículos.³⁶

Entre las contraindicaciones relativas se encuentran trastornos de sensibilidad, osteosíntesis, endoprótesis, infecciones locales, várices o trastornos circulatorios.³⁶

2.1.1-TECAR:

Corresponde a un sistema de generación de calor, que funciona a través de la transferencia de energía capacitiva y resistiva, con radiofrecuencias de 0,4 hasta 0,8 MHz, con la capacidad de llegar a los tejidos profundos sin dañar los tejidos superficiales.⁴

Se ha definido como una energía biocompatible con los tejidos y que no genera liberación de ésta hacia el exterior. La principal función de esta energía es generar una reactivación natural del proceso del metabolismo fisiológico del tejido dañado.³⁸

A nivel tisular encontramos que ante el paso de la energía se produce una resistencia, lo que se traduce en un aumento de la temperatura. La acción terapéutica se produce a partir de este aumento de temperatura y energía potencial a nivel de la membrana celular.^{4, 39, 40}

Para que este agente tenga efecto terapéutico se utiliza una frecuencia de 0,5 MHz con el principio de condensador, el cual genera una corriente que se transmite al interior del tejido. Sin embargo, como se dijo anteriormente, este agente tiene dos tipos fundamentales de electrodos, uno capacitivo y otro resistivo, siendo cada uno utilizado según el tejido a tratar.³⁸

- Capacitivo: concentran las cargas en la proximidad de sus áreas adyacentes, en tejidos con mayor contenido electrolítico (tejido muscular).³⁸
- Resistivo: Se utiliza para tratar tejidos tales como: huesos, tendones, ligamentos que se comportan como el elemento dieléctrico que cubre los electrodos capacitivos.³⁸

La TECAR tiene tres características principales:

1. Libera energía biocompatible que activa el metabolismo celular.³⁸
2. Actúa sobre el componente fibroso y resistente del tejido.³⁸
3. Especificidad de acción basada en el tipo de tejido.³⁸

A partir de esto la TECAR puede generar diferentes efectos fisiológicos como:

- Aumenta la extensibilidad del tejido colágeno para reducir la viscosidad.³⁸
- Alivio del dolor por acción contrairritante o la liberación de endorfinas.³⁸
- Reducción de los espasmos musculares y contracciones.³⁸
- Produce una rápida y completa disociación de oxígeno de la hemoglobina.³⁸
- Vasodilatación con aumento del flujo sanguíneo local que contribuye al aumento de oxígeno y nutrientes y la eliminación de catabolitos.³⁸
- Aceleración la reabsorción de hematomas.³⁸

Puede ser utilizada con diferentes niveles de energía, y según ésta va a ser el efecto que se obtenga, hay tres niveles diferentes de energía y en todos ellos el factor de relación es el aumento de la temperatura. El efecto térmico está estrechamente relacionado con la corriente de desplazamiento de energía.³¹

Nivel de energía entregada:

- Baja energía (50- 100W): genera efectos tales como aumento del ATP y consumo de O₂, generando un aumento en las demandas metabólicas de los tejidos. No genera dilatación de grandes vasos.³¹

- Los efectos que genera son:
 - Bioestimulación celular.³⁸
 - Aumenta las demandas de O₂.³⁸
 - Analgesia (actuando a nivel de las terminaciones libres).³⁸

- Media energía (100-200 W): Se produce un aumento endógeno de la temperatura producto del movimiento browniano, el cual estimula la dilatación de los vasos sanguíneos de mayor calibre aumentando aún más el flujo sanguíneo.⁴
 - Los efectos que genera son:
 - Hipertermia.⁴¹
 - Aumento de la velocidad del flujo sanguíneo.⁴¹
 - Oxigenación intracelular.⁴¹
 - Aceleración del metabolismo celular.⁴¹

- Alta energía (200-300 W): Mayor el efecto endotérmico.³¹
 - Los efectos que genera son:
 - Vasodilatación mecánica.⁴¹
 - Hiperflujo sanguíneo.⁴¹
 - Drenaje linfático.⁴¹
 - Calor profundo.⁴¹

Los efectos que van a generar esto son principalmente a nivel de:

- Receptores del dolor y las fibras nerviosas periféricas: la restauración del potencial de membrana e hiperpolarización de membrana.³¹
- La sangre y los vasos linfáticos: Aumento de la velocidad del flujo sanguíneo, la macro-microcirculación y el drenaje veno – linfático.³¹
- Músculos: Estimulación del metabolismo con consiguiente aumento de la tasa de reparación del daño fibrilar.³¹

- Cápsula articular, cartílago y hueso: permite una rápida absorción de líquido sinovial y una mejor recuperación de las estructuras.³¹

2.2.- Termoterapia superficial

La termoterapia superficial se utiliza para producir calor en la superficie corporal, porque tiene un bajo nivel de penetración.⁴²

En la musculatura superficial (1-2 cm de profundidad), la temperatura aumenta en menor medida. Se necesita aplicar el agente físico en un período entre 15 a 30 minutos a una temperatura de 40-45°C para un aumento significativo de la temperatura muscular. En músculos más profundos (3 cm de profundidad) las aplicaciones de estas temperaturas producen una elevación máxima de 1°C. Cuando se alcanza el máximo nivel de calentamiento, la temperatura comienza a disminuir en forma gradual, hasta llegar a los niveles basales previo a la aplicación.⁴²

Según el criterio de clasificación por el mecanismo de transferencia del calor, a nivel de termoterapia superficial, los podemos dividir en transmisión por conducción, convección y radiación.⁴²

Los agentes terapéuticos superficiales tienen la ventaja sobre la diatermia que pueden cubrir mayores áreas corporales. Además, la mayoría tiene un menor costo y es de un manejo más simple.⁴²

2.2.1.-Compresa húmedo caliente

Las CHC son fabricadas en variadas formas y tamaños para su adaptación a distintas zonas del cuerpo. Éstas se almacenan en un compresero que mantiene la temperatura alrededor de 70°- 75°C. Las CHC inicialmente toman 2 horas para calentarse y 30 minutos para recalentarse luego de cada uso.²³

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál de estos dos agentes de termoterapia, CHC o TECAR, tendrá mayor variación en el *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de isquiotibiales, y a qué tiempo de aplicación?

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento de la extensibilidad de Isquiotibiales mediante el análisis de la prueba de *AKE* en hombres universitarios sanos de 20 a 25 años con 10° o más de limitación en la prueba luego de la aplicación de TECAR y CHC con tiempos de aplicación de 5,10 y 15 minutos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir el comportamiento de *AKE* previo y posterior a la aplicación de TECAR y CHC a los 5,10 y 15 minutos en hombres universitarios sanos de 20 a 25 años que presenten limitación en el rango de extensión de rodilla mayor o igual a 10°.
2. Comparar la variación en el *ROM* de extensión de rodilla en la aplicación de TECAR a los 5, 10 y 15 minutos en hombres universitarios sanos de 20 a 25 años que presenten limitación en el rango de extensión de rodilla mayor o igual a 10°.
3. Comparar la variación en el *ROM* de extensión de rodilla en la aplicación de CHC a los 5,10 y 15 minutos en hombres universitarios sanos de 20 a 25 años que presenten limitación en el rango de extensión de rodilla mayor o igual a 10°.
4. Comparar la variación en el *ROM* de extensión de rodilla entre la aplicación de TECAR y CHC a los 5,10 y 15 minutos en hombres universitarios sanos de 20 a 25 años que presenten limitación en el rango de extensión de rodilla mayor o igual a 10°.

HIPÓTESIS

H₁: El aumento de *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de los Isquiotibiales en hombres universitarios sanos entre 20 y 25 años que presentan limitación, es mayor a diferentes períodos de tiempo de aplicación de TECAR que con la aplicación de CHC.

H₀: El aumento de *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de los Isquiotibiales en hombres universitarios sanos entre 20 y 25 años que presentan limitación, no es mayor a diferentes períodos de tiempo de aplicación de TECAR que con la aplicación de CHC.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio realizado fue de tipo cuasi experimental, descriptivo, analítico, longitudinal y prospectivo.

Se evaluó y analizó dos grupos conformados por 8 hombres estudiantes universitarios sanos entre 20 y 25 años de edad ($22,12 \pm 1,14$ años), conformando una muestra total de 16 personas.

Diseño de muestreo

No probabilístico por conveniencia.

Criterios de Inclusión

- Sujetos hombres jóvenes universitarios sanos de 20 a 25 años de edad.
- Sujetos sedentarios que realicen ejercicio menos de 3 veces por semana.
- Sujetos que hayan firmado un consentimiento informado.
- Sujetos que presenten limitación mayor o igual a 10° en la evaluación de *AKE*.

Criterios de exclusión

- Sujetos con antecedentes de lesión de Isquiotibiales en los últimos 6 meses.
- Sujetos que presenten dolor en la zona Isquiotibial.
- Sujetos que hayan realizado ejercicio vigoroso dentro de los últimos 7 días.
- Sujetos que hayan realizado estiramientos previos a la evaluación de *AKE*.
- Sujetos que realicen estiramientos en forma periódica.
- Sujetos con trastornos circulatorios.
- Sujetos con neoplasias malignas o sospecha de neoplasia.
- Sujetos con alteración en la sensibilidad.
- Sujetos con lesiones epidérmicas.
- Sujetos con patologías neuromusculares.
- Sujetos operados con elementos de osteosíntesis.
- Sujetos que hayan consumido droga o alcohol previo a 72 horas del estudio.

METODOLOGÍA

En esta investigación se observó el efecto de dos agentes de termoterapia, CHC y TECAR, en la variación de la flexibilidad a nivel de la musculatura Isquiotibial y se buscó el tiempo de aplicación más efectivo para este fin (5,10, ó 15 minutos).

Para llevar a cabo la intervención se contó con una muestra de 16 estudiantes hombres jóvenes universitarios sanos entre 20 y 25 años que tuviera la disponibilidad de someterse a intervenciones con los agentes terapéuticos tres veces con periodos de descanso de una semana. La muestra fue obtenida a través de intervenciones informativas con el desarrollo de exposiciones de tipo Power Point a los alumnos de la carrera de kinesiología de la Universidad Finis Terrae y personas de otras universidades con interés de participar en el estudio. En estas intervenciones se les realizó una charla acerca de la temática y objetivo del estudio, y de los requisitos que debían cumplir para participar en él. Una vez finalizada la exposición se solicitaron voluntarios para participar en la tesis y cada uno completó una ficha de evaluación con sus datos personales y algunos criterios necesarios para ser contactados, además de firmar un consentimiento informado para poder participar de la intervención (ver anexo 3 y 4 respectivamente).

Luego, se informó a la muestra el día en que tendrá que presentarse para hacer las mediciones y cuál es el agente terapéutico que se le aplicará. Además de lo anterior, nos aseguramos, previo a la evaluación, que se cumpliera con las condiciones de presentación tales como: no realizar ejercicio vigoroso en los 7 días previos a la medición, no realizar estiramientos en la extremidad inferior,

no beber alcohol o consumir drogas y que no presentaran dolor en la zona posterior de muslo ni lesiones de columna.

Los dos agentes terapéuticos fueron aplicados a sujetos que presentaban limitación en el *ROM* en la extensión de rodilla mayor o igual a 10° y que además presentaran las condiciones de salud pertinentes para hacerlo (no presenten contraindicaciones de fisioterapia) las cuales fueron informadas a través de la ficha con los datos.

Para determinar el *ROM* de la articulación de rodilla se aplicó la prueba *AKE*, en que se le pidió a la persona la extensión activa de rodilla desde una posición inicial determinada, es decir, la cadera a evaluar en flexión de 90°, mientras que la extremidad contralateral permanece extendida a un costado. Las mediciones previas a la intervención fueron realizadas en ambas extremidades, siendo la dominante a la cual se le aplicó el agente físico, volviendo a medir el *ROM* de extensión de rodilla. El dato previo obtenido de la extremidad no dominante se evaluó con el fin de determinar si hubo grandes diferencias entre ambas extremidades. La medición fue realizada por un único evaluador, con un goniómetro de la marca KineMed® y los puntos anatómicos de referencia fueron establecidos con un marcador en trocánter mayor, cóndilo femoral externo y maléolo externo. Con el fin de fijar los segmentos y evitar compensaciones, la evaluación se realizó con la ayuda de un asistente, y se ocuparon 3 cinchas *KEEPER*® de 4.2 metros de longitud para fijar pelvis en las espinas iliacas antero superiores, muslo de la extremidad no evaluada y muslo de la extremidad evaluada para lograr una fijación en 90° de flexión de cadera (ver anexo 5). Posterior a esto se aseguró que el joven presentara una correcta posición inicial, se le pidió que llevara lentamente su rodilla hacia la extensión máxima, y una vez finalizado el movimiento se midió la extensión de rodilla lograda y cuánto le falta al sujeto para llegar a los 0° de extensión.

Una vez obtenidos los datos de ambas extremidades se aplicó el agente terapéutico solo en la extremidad dominante mientras el sujeto está en decúbito prono, ya sea en 5, 10 o 15 minutos para luego realizar el *AKE* posterior en decúbito supino en la extremidad que fue intervenida con la termoterapia, dejando constancia de éstos en una ficha personal (ver anexo 6). La primera semana se aplicó el agente por 5 minutos, la segunda semana se aplicó por 10 minutos y la tercera por 15 minutos, con un tiempo de una semana de washout entre cada medición.

Para esto se utilizó un compresero ENRAF NONIUS® con CHC de 24 x 25 centímetros y la TECAR Red Coral de Sixtus en modo capacitivo. Los medios terapéuticos utilizados fueron aplicados en establecimientos autorizados para su uso, siendo la Universidad Finis Terrae la prestadora del gimnasio de kinesiología y compresero y la clínica MEDS para el uso de la TECAR (ver anexo 7).

La CHC se aplicó en la zona posterior del muslo, específicamente en el vientre de la musculatura Isquiotibial de la extremidad dominante, envuelto en una toalla con doble capa con el propósito de evitar quemaduras y controlar la temperatura. De acuerdo a la tolerancia de la persona a la temperatura, se agregó una capa más de toalla en el caso que fuese necesario. La TECAR fue aplicada en la misma región anatómica, en su modalidad capacitiva, a 750 Hz y 46 W. Para hacer uso de los agentes se ha enviado una carta de solicitud a cada centro (ver anexo 8 y 9).

Variables:

Compresa húmedo caliente (CHC)

- Tipo de variable: Cualitativa.
- Variable independiente.
- Definición conceptual:
 - Agente físico de termoterapia superficial compuesto en su interior por un gel de bentonita que mantiene gran cantidad de agua para la entrega eficiente de calor a 65° C.²³
- Definición operacional:
 - Aplicación de la compresa sobre la zona posterior de muslo para lograr el aumento de la temperatura superficial de la zona y afectar de manera indirecta la musculatura isquiotibial.

TECAR

- Tipo de variable: Cuantitativa.
- Variable independiente.
- Definición conceptual:
 - Sistema de generación de calor, hipertermia, a través de la transferencia de energía capacitiva y resistiva que se ha desarrollado para funcionar con frecuencias de radio de 0,4 hasta 0,8 MHz, con la capacidad de llegar a los tejidos profundos sin dañar los tejidos superficiales.⁴
- Definición operacional:
 - Aplicación del electrodo en modalidad capacitiva en la musculatura isquiotibial, generando un flujo de energía dentro del músculo que elevará su temperatura aumentando la flexibilidad de éste.

- Indicador: Potencia (W).
- Escala: 0 -100 (W).

Rango de movimiento

- Tipo de variable: Cuantitativa.
- Variable dependiente.
- Definición conceptual: Cantidad de movimiento máximo de una articulación determinada por la forma de las carillas articulares, elasticidad de cápsula y de ligamentos del complejo articular, tono y longitud de los músculos que se oponen al movimiento y de la presencia de musculatura estabilizadora que además pueda generar movimiento.³
- Definición operacional: Se definirá según la cuantificación de los grados obtenidos a través de goniometría durante la prueba *AKE*.
- Indicador: Grados(°)
- Escala: Entre 0° a 360°.

Variables desconcertantes:

- Parámetros antropométricos del sujeto (IMC o porcentaje de grasa).
- Que el sujeto sometido a estudio haya ocultado información acerca de la actividad física que realiza.
- Consumo de algún medicamento que pudiera provocar un cambio en el *ROM* o en la acción de la termoterapia omitido por los voluntarios.
- Que el sujeto haya realizado ejercicios de elongación dentro del periodo en el cual no estaba permitido.
- Que el sujeto presente patologías no diagnosticadas o no informadas que estén dentro de los criterios de exclusión.
- Número de capas de toalla en que se envuelve la CHC (de acuerdo a la tolerancia del sujeto).

Análisis de variables:

Posterior a la obtención de los resultados, éstos fueron agrupados y ordenados en una planilla Excel, obteniendo el promedio y la desviación estándar.

Se normalizó la muestra con las pruebas de Kolmogórov- Smirnov y Shapiro-Wilk. El análisis de la variable *ROM* para *AKE* pre y post se realizó a través de t- student pareado; para la variable *TECAR*, el promedio del *AKE* obtenido a los 5 minutos de aplicación se realizó con Wilcoxon, mientras que a los 10 y 15 minutos se aplicó t- student pareado; para el análisis de la variable *CHC* a los tres tiempos de aplicación se utilizó t- student pareado, y por último, para la comparación de las variables *CHC* y *TECAR* a los 5 minutos se utilizó U de Mann-Whitney, mientras que a los 10 y 15 minutos se comparó mediante t- student. El nivel de significancia utilizado fue de un $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó GraphPad Prism 5.7 y Microsoft Excel 2010.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la intervención de los 2 grupos; uno con CHC y otro con TECAR, en 3 tiempos de aplicación diferentes; a los 5, 10 y 15 minutos, se mostrarán en las siguientes tablas.

En la tabla N°1 y N°2 se pueden observar los promedios y desviaciones estándar expresados en grados obtenidos de la prueba *Active Knee Extension (AKE)* previo y posterior a la aplicación de TECAR y CHC a los 5, 10 y 15 minutos respectivamente.

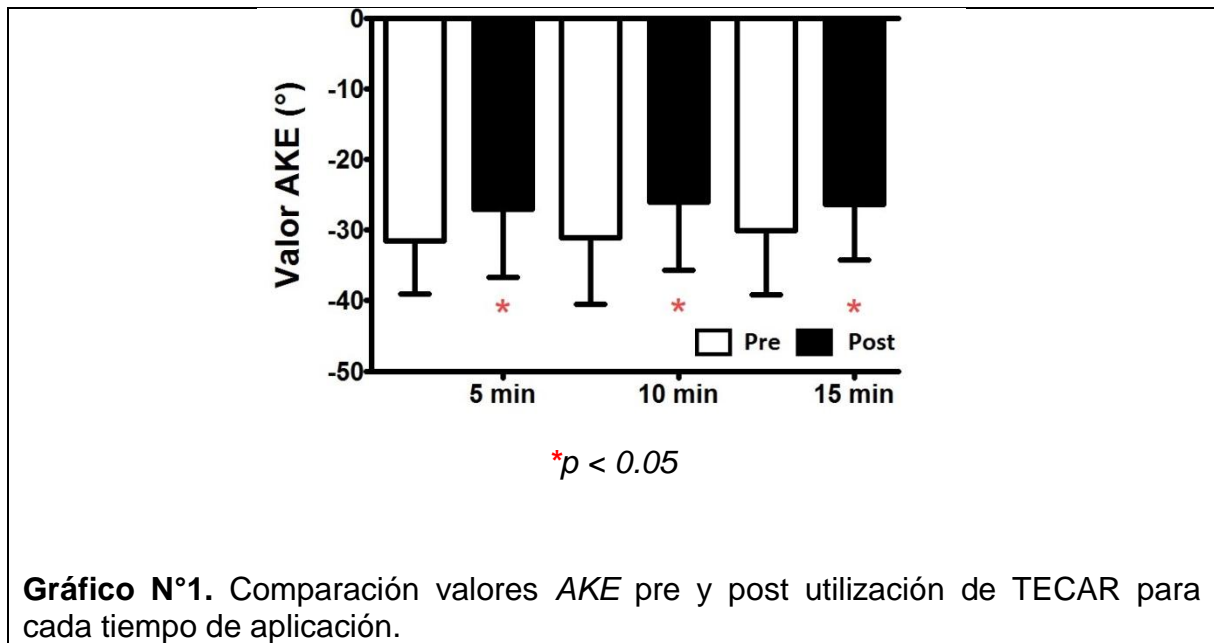
Tabla N° 1. Promedio y desviación estándar de los resultados obtenidos de la prueba *AKE* previo y posterior a la intervención con TECAR a los 5, 10 y 15 minutos de aplicación.

TECAR	AKE 5 min pre	AKE 5 min post	AKE 10 min pre	AKE 10 min post	AKE 15 min pre	AKE 15 min post
Promedio	-32°	-27°	-31.13°	-26.00°	-30.13°	-26.38°
DE	±7.6	±9.7	±9.43	±9.70	±9.03	±7.86

Tabla N° 2. Promedio y desviación estándar de los resultados obtenidos de la prueba *AKE* previo y posterior a la intervención con CHC a los 5, 10 y 15 minutos de aplicación.

CHC	AKE 5 min pre	AKE 5 min post	AKE 10 min pre	AKE 10 min post	AKE 15 min pre	AKE 15 min post
Promedio	-34.00°	-28.63°	-33.63°	-30.50°	-30.25°	-27.00°
DE	±7.62	±4.31	±8.05	±9.07	±11.72	±7.31

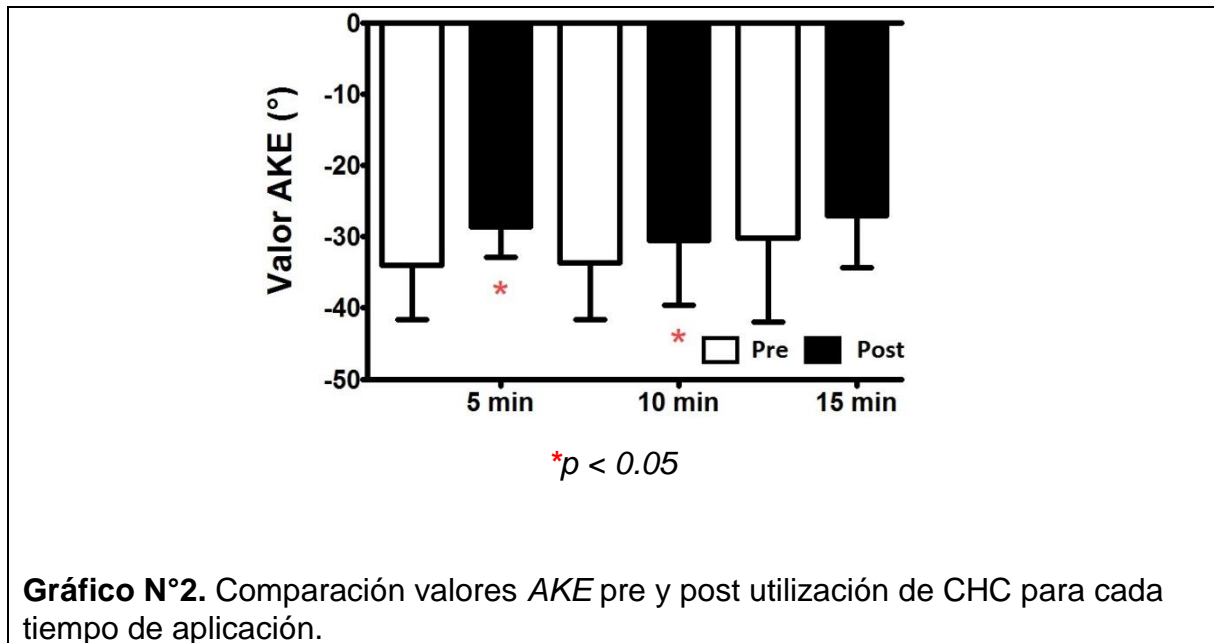
En el gráfico N°1 se observan los promedios expresados en grados y la desviación estándar obtenidos de la prueba *AKE* previo y posterior a la aplicación de TECAR a los 5, 10 y 15 minutos.



Se observan diferencias estadísticamente significativas en la variación del *ROM* de extensión de rodilla posterior a la aplicación de TECAR en la musculatura isquiotibial en la extremidad dominante en los tres tiempos de

aplicación: *AKE* post 5 min ($p=0,02$), *AKE* post 10 min ($p=0,03$) y *AKE* post 15 min ($p=0,01$). También podemos observar en la desviación estándar que esta variación corresponde a la mejoría del rango de extensión de rodilla, es decir, arroja un efecto beneficioso en la flexibilidad de la musculatura Isquiotibial.

En el gráfico N° 2 se observan los promedios expresados en grados y la desviación estándar obtenidos de la prueba *AKE* previo y posterior a la aplicación de CHC a los 5, 10 y 15 minutos.



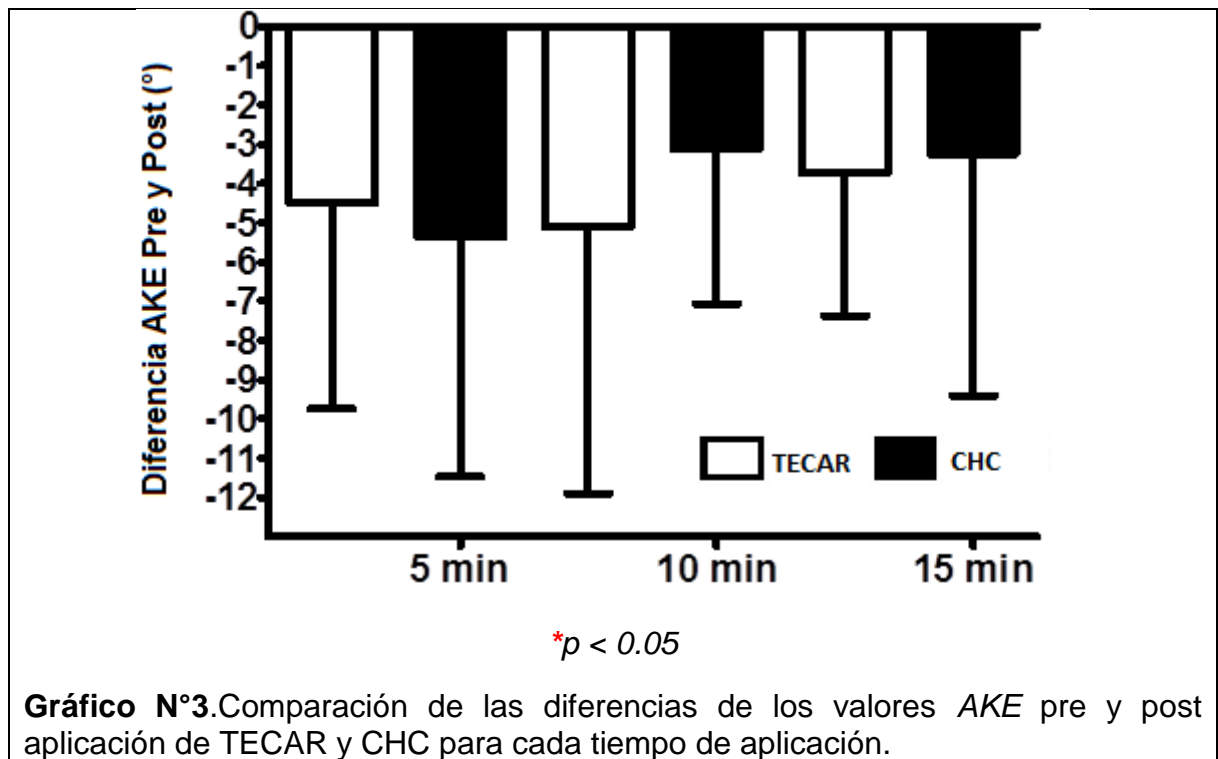
Se observan diferencias estadísticamente significativas en la variación del *ROM* de extensión de rodilla posterior a la aplicación de CHC en la musculatura isquiotibial en la extremidad dominante a los 5 y 10 minutos de aplicación, y no se observan diferencias significativas a los 15 minutos: *AKE* post 5

min ($p=0,01$), *AKE* post 10 min ($p=0,03$) y *AKE* post 15 min ($p=0,09$). También podemos observar en la desviación estándar que esta variación corresponde a la mejoría del rango de extensión de rodilla solo en los 5 y 10 minutos.

En la tabla N°3 se observan los promedios y la desviación estándar de las diferencias obtenidas entre los *ROM* previos y posteriores a la aplicación de TECAR y CHC a los 5, 10 y 15 minutos. También nos entrega el nivel de significancia de la comparación de la diferencia entre los agentes para cada tiempo en específico, resultando finalmente, no tener diferencia significativa entre ellos para cada tiempo de aplicación, es decir no existen diferencias entre la aplicación de TECAR y CHC en ninguno de los tres tiempos .

Tabla N°3. Comparación de la variación del *ROM* posterior a la aplicación de TECAR y CHC a los 5, 10 y 15 minutos.

	5 minutos	10 minutos	15 minutos
TECAR	-5.00°	-5.13°	-3.75°
DE	±5.24	±6.77	±3.62
CHC	-5.37°	-3.13°	-3.25°
DE	±6.09	±3.94	±6.16



En el gráfico N°3 los datos obtenidos nos indican que no se observan diferencias significativas en la variación del AKE pre y post aplicación entre la TECAR y CHC a los 5 ($P= 0,38$), 10 ($P= 0,24$) y 15 ($P=0,42$) minutos. Es decir la flexibilidad de Isquiotibiales varía ante la aplicación de ambos agentes para los 5, 10 y 15 minutos.

DISCUSIÓN

La termoterapia es ampliamente utilizada para aumentar la extensibilidad de los tejidos.^{10, 29} Existen diversas modalidades las cuales se clasifican en términos mayores en superficial y profunda de acuerdo a su efecto en la profundidad de los tejidos^{29, 43}. El agente más utilizado en la práctica clínica es la CHC (termoterapia superficial)^{39,44}, aunque también en estudios se describe la eficacia de la termoterapia profunda.^{11, 25,44} Actualmente existe un nuevo medio de termoterapia profunda llamada TECAR, que actúa mediante radiofrecuencias, sin embargo la información respecto al efecto que provoca sobre la extensibilidad de los tejidos es muy limitado o existe acceso restringido a esta información al momento de realizar búsqueda bibliográfica.

En este estudio se compara el efecto de la termoterapia en la flexibilidad de la musculatura Isquiotibial mediante la prueba *AKE* usando dos tipos de modalidades de termoterapia, la CHC como agente superficial, y la TECAR como agente profundo, ambos aplicados en tres tiempos distintos (5, 10 y 15 minutos) con el fin de cuantificar la variación del *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de isquiotibiales y a la vez, a qué tiempo se obtienen mayores beneficios.

Los hallazgos encontrados muestran que para los tres tiempos de aplicación de la TECAR hubo un aumento significativo en la variación del *ROM* de extensión de rodilla. Si bien no encontramos estudios de TECAR que demuestren los cambios en el *ROM* al ser aplicado en la musculatura Isquiotibial, existen otros estudios que utilizan agentes que aumentan la temperatura a nivel profundo como

la onda corta y el ultrasonido, las cuales generarían un aumento de temperatura a través de una forma diferente de emisión y de absorción de energía.^{9, 10,24, 44, 45,46}

Por este motivo compararemos los resultados obtenidos de TECAR de nuestro estudio con dichos agentes, reconociendo, sin embargo, las limitaciones y sesgo que pudiera traer la comparación de éstos con nuestros resultados.

En el estudio realizado por Draper et al.⁴⁵ al aplicar la onda corta pulsátil por 15 minutos en una única intervención, se obtiene el peak de temperatura logrando un aumento de 4°C sobre la basal, lo cual permite que haya un aumento en la extensibilidad de los tejidos, concordando así con lo visto en otras publicaciones^{9,11}. Sin embargo nuestros resultados muestran que a partir de los 5 minutos de aplicación ya se observan efectos beneficiosos sobre el ROM de extensión de rodilla asociado al aumento de la extensibilidad de la musculatura Isquiotibial.

Según Garrett et al.⁴⁶, quien busca comparar el efecto de dos agentes térmicos en 20 minutos de aplicación, concluyendo que el calor producido por la onda corta provoca mayor aumento de temperatura a diferencia del ultrasonido, que debido al tamaño de su cabezal, genera menos variación en una superficie amplia. Ambos agentes aumentan la temperatura basal, sin embargo la onda corta aumenta más la temperatura que el ultrasonido, incrementando la temperatura aproximadamente en 3°C y 1°C respectivamente. Por lo anterior podríamos decir que ambos agentes aumentan la temperatura del tejido en el área aplicada, pero que la onda corta aumenta la temperatura lo suficiente como para permitir un aumento de la extensibilidad del tejido, ya que este aumento de temperatura se considera como vigoroso⁴⁷.

Dentro de los resultados obtenidos para la CHC, se observaron diferencias significativas en el rango de extensión de rodilla en los 5 y 10 minutos de aplicación, a diferencia de los 15 minutos en que, si bien aumentó el *ROM*, estos resultados no fueron significativos. El efecto de la CHC ha sido muy discutido en diversas investigaciones ^{22,48,49,50}. En el estudio de Sawyer et al.⁴⁸, cuyo propósito fue ver el efecto que tiene el aumento de la temperatura intramuscular en 0.4°C, para esto se realizaron intervenciones en jóvenes estudiantes deportistas (16 a 28 años), con limitación de 20° de extensión de rodilla según el test *AKE*, se les aplicó CHC hasta aumentar en 0.4°C la temperatura basal del músculo por un período máximo de 40 minutos y posteriormente se retira. Inmediatamente luego de retirar la CHC, se repite el test *AKE* y éste se vuelve a medir a los 4, 8 y 16 minutos con el propósito de observar la variación en la flexibilidad de la musculatura isquiotibial en el transcurso del tiempo posterior a la aplicación de CHC. A diferencia de nosotros, ellos no encontraron diferencias significativas en la ganancia de *ROM* post aplicación de CHC. Si bien durante nuestra intervención no se pudo medir la temperatura intramuscular debido al alto costo que eso significa y al no tener la posibilidad de obtener los instrumentos necesarios (considerando además que el procedimiento es invasivo), nuestros resultados indican un cambio en la extensibilidad del tejido producto de la variación significativa del *ROM* de extensión posterior a la aplicación de al menos 5 minutos de CHC.

Taylor et al.⁴⁹ estudió el efecto de la termoterapia en conjunto con estiramientos de isquiotibiales en 24 sujetos de 18 a 39 años. Se dividió la muestra en tres grupos, a los cuales se les realizó un *AKE* previo y posterior a la aplicación de CHC y estiramientos en el primer grupo, Cold pack y estiramientos en el segundo grupo, y un tercer grupo al cual solo le realizó estiramientos. La aplicación de los agentes se realizó por 20 minutos y los estiramientos por 1 minuto. Los resultados en este caso arrojaron que hubo un aumento del *ROM* con las tres intervenciones, sin embargo el aumento no fue significativo para cada

intervención por sí sola y al compararlas entre ellas tampoco se encontraron diferencias significativas. Esto podría explicarse debido a que existen factores de tipo biológicos o endógenos que podrían haber incidido en la flexibilidad, como el sexo femenino, y exógenos o extrínsecos como el mayor nivel de actividad física que los participantes realizan.² Similar a lo ocurrido en el estudio de Taylor et al.⁴⁹, Henricson et al.⁵⁰, también incorporó estiramientos en la comparación con calor superficial. Su investigación se realizó en tres grupos: uno con aplicación de almohadilla eléctrica por 20 minutos como calor superficial por sí solo, otro solo estiramientos y un grupo de calor junto a estiramientos. Midió el rango de flexión, abducción y rotación externa de cadera en 30 sujetos de 25 a 39 años. Los rangos fueron medidos inmediatamente después de la intervención, y se repitieron 30 minutos después de ésta. Los resultados de ambos autores arrojaron que no existieron diferencias significativas al agregar termoterapia a los estiramientos. Los datos obtenidos por los estudios, aunque aplican los agentes de termoterapia por 20 minutos, sin hacer una medición de temperatura previa, se relacionan con los nuestros a los 15 minutos de intervención ya que tampoco encontramos diferencias significativas al aplicar CHC por este período de tiempo. Esto podría deberse a que, como resultó en nuestro estudio, el calor de la compresa no generaba cambios más allá de los 10 minutos de aplicación, debido a que probablemente a ese tiempo de aplicación el calor ya se ha disipado impidiendo mayor variación en el *ROM*. Henricson⁵⁰ relaciona sus resultados a factores tales como el sistema de enfriamiento natural vascular y la cantidad de grasa subcutánea, los cuales influirían en el aumento de temperatura a nivel muscular y del tejido conectivo. En nuestro estudio al no controlar la grasa subcutánea, que difiere de una persona a otra, se podría justificar por qué no encontramos diferencias significativas a la aplicación de la CHC a los 15 minutos, debido a que esta variable posiblemente podría haber influido en el aumento de temperatura con el fin de aumentar la extensibilidad del tejido muscular. Esto deja abierto a la posibilidad de que en estudios posteriores se tome en cuenta esta variable para evitar interacciones en la extensibilidad del tejido.

En el estudio de Funk et al.²² fueron intervenidos dos grupos de futbolistas universitarios (18 a 22 años), a un grupo se le aplicó CHC por 20 minutos y a otro se le realizaron solo estiramientos de Isquiotibiales (3 series de 30 segundos), presentando mayor aumento en la flexibilidad de isquiotibiales aquellos a los que se le aplicó CHC, en comparación a los que sólo se les realizaron estiramientos, es decir este estudio también obtiene efectos beneficiosos al aplicar la termoterapia superficial por si sola en el aumento de la extensibilidad de los tejidos, sin embargo los resultados beneficiosos se obtienen a los 20 minutos de aplicación, a diferencia de nuestro estudio en que a los 15 minutos el comportamiento de este agente cambia y no genera el efecto esperado. Una posible explicación para esto es la disipación del calor de la CHC a medida que pasa el tiempo, como hace referencia Henricson et al.⁵⁰ mencionado anteriormente que el calor podría disiparse con el sistema de enfriamiento vascular natural, sin embargo, ninguno de los dos estudios midió la temperatura intramuscular y tampoco de la compresa, para comprobar dicha hipótesis. Además durante el procedimiento no hubo reemplazo de la compresa la cual podría haber perdido su temperatura inicial durante la aplicación. La muestra utilizada en el estudio de Funk et al.²² presentaba un porcentaje de grasa promedio de 8.9% lo cual indica que había una escasa cantidad de tejido graso subcutáneo entre el músculo y la compresa permitiendo mayor aumento de temperatura y así mejorar la extensibilidad del tejido. Hubiese sido importante incluir la medición del porcentaje de grasa en nuestro estudio, debido a que al tener mayor porcentaje de grasa, la transferencia de calor se podría ver afectada por el mayor contenido de tejido subcutáneo y por lo tanto afectar los resultados de dicha intervención.⁵¹

Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Signori et al.⁵² quienes aplicaron CHC por 15 minutos asociado a estiramientos de la musculatura Isquiotibial, versus un grupo que solo realizó estiramientos en una muestra de hombres y mujeres de 18 a 34 años. No se encontraron diferencias significativas con la aplicación de CHC asociada a estiramientos en relación al grupo que solo

realizó estiramientos, es decir no obtuvo efectos beneficiosos en la ganancia del *ROM* con la incorporación de la compresa. La posible explicación del porqué ellos no encontraron diferencias significativas, es que el método utilizado en este estudio para medir la flexibilidad de Isquiotibiales fue el “Sit and Reach”, prueba en la cual se involucra musculatura y articulaciones adicionales como por ejemplo musculatura posterior de tronco y miembro superior sobre las cuales no hubo intervención, pero que posiblemente pueden influir sobre la prueba alterando los resultados, por lo tanto, se deberían utilizar pruebas más específicas que evalúen solo el comportamiento de la musculatura isquiotibial aislada como por ejemplo el *AKE* aplicado en nuestro estudio.⁵² Otra posible variable que consideran como limitante de este estudio, es la incorporación del género femenino a la muestra, ya que tiene una mejor condición basal de flexibilidad, debido a la producción más elevada de estrógenos, lo que causa una mayor retención de agua y una disminución de la viscosidad ^{2,52}, por lo tanto la variación del *ROM* en una condición que inicialmente ya es mejor, es más difícil de obtenerse con tal muestra, por esta razón en nuestro estudio se decidió solo incorporar a hombres en la muestra.

En cuanto a la diferencia que genera el calor superficial y el profundo en el *ROM* de extensión de rodilla asociado a extensibilidad de Isquiotibiales, no se obtuvieron diferencias significativas en la variación del *ROM* entre la TECAR y la CHC a los 3 tiempos distintos de aplicación. Es decir, no hubo diferencias entre las aplicaciones de calor superficial y profundo. Robertson et al.¹⁰, a diferencia de nuestro estudio, si encontró diferencias entre la aplicación de los agentes superficiales y profundos. En él se comparó la efectividad de la onda corta pulsátil con la CHC aplicada en el tríceps sural (sujetos estudiantes de 19 a 31 años) y encontraron que el calor profundo aumenta más la extensibilidad de los tejidos que el calor superficial al incrementar en 5.2% y 2.0% el *ROM* de dorsiflexión respectivamente. Los autores explican que la diferencia en los resultados se podría deber a que la onda corta es más eficiente que la CHC debido a que

generaría elevación de temperatura en un mayor número de tejidos y fluidos.¹⁰ Se considera también como punto importante que el calor se puede transmitir de manera directa o indirecta, a través del torrente sanguíneo hacia áreas adyacentes. La explicación dada por los autores respecto de por qué la CHC, al ser un agente de termoterapia superficial, tiene menos efecto térmico sobre los tejidos, es debido al efecto vasomotor, en este caso vasodilatación, disminuyendo el potencial para aumentar la temperatura de los tejidos. Este estudio difiere del nuestro en que los resultados que obtuvimos arrojan que la termoterapia superficial y profunda tiene un efecto beneficioso sobre el *ROM* de rodilla, pero que un agente no es mejor que el otro. A diferencia del estudio anteriormente presentado, en el cual los resultados obtenidos nos indican que la termoterapia profunda sí tiene mejores efectos que la termoterapia superficial. Las diferencias observadas se podrían deber a que la temperatura utilizada por ellos es mayor a que utilizamos nosotros, 75°-80°C y 65°C respectivamente.

En el estudio de Lounsberry²⁴, se comparó la aplicación de ultrasonido de 1 MHz por 7 minutos con 20 minutos de CHC y se demostró que el ultrasonido provee mayor ganancia inmediata en la flexibilidad de isquiotibiales que la CHC. Cada agente provocó aumento de *ROM* por sí solo, sin embargo las diferencias entre ellos no fueron significativas. Nuestros resultados se asimilan a los obtenidos por este estudio, como dijimos anteriormente, dentro de los agentes de termoterapia que entregan calor profundo que se han utilizado para hacer estudios sobre el efecto que tiene el calor en el componente viscoelástico del músculo, encontramos la onda corta y el ultrasonido, en este caso hacemos una asociación entre la TECAR y ultrasonido como calor profundo debido a la escasa bibliografía existente de la TECAR o restricción a ella, y la CHC como calor superficial.

Luego de realizar comparaciones con distintos estudios y en base a los resultados obtenidos por nuestra investigación podríamos decir que cada agente por si solo es efectivo para la mejora del *ROM* de extensión de rodilla asociado a la flexibilidad de Isquiotibiales para todos los tiempos de aplicación de TECAR y CHC a excepción de la CHC a los 15 minutos que no mostró una diferencia significativa en la variación del rango.

Las limitaciones de nuestro estudio corresponden a un tamaño pequeño de la muestra, aunque ésta fue pequeña, se observaron diferencias significativas en casi todas las comparaciones de las aplicaciones previas y posteriores de cada agente físico. No realizamos mediciones de parámetros antropométricos para determinar a qué nivel del músculo se hará la intervención para lograr el aumento de la extensibilidad del tejido, tales como el índice de masa corporal, pliegues cutáneos y perímetros de masa muscular. Tampoco medimos la temperatura intramuscular debido al alto costo del equipo y a nuestros escasos recursos, pero hubiese sido apropiado medir la temperatura intramuscular para determinar a cuál tiempo de aplicación se logra la temperatura ideal para generar un cambio en la extensibilidad del tejido muscular y así aumentar el rango de extensión de rodilla. No medimos la temperatura de la habitación y de la compresa ya que no contábamos con el equipo de medición y podría haber incidido en la disipación de calor de la compresa. Además que los resultados se limitan a personas sanas y jóvenes entre 20 y 25 años, sin considerar sujetos que tengan alteración en la conducta del músculo, ya sea desgarro, contractura o hipertonia. Por último, no se utilizó un grupo control que permitiera atribuir con certeza absoluta que los resultados obtenidos son producto de la acción de los agentes de termoterapia propiamente tales.

Lo novedoso del estudio se encontraría en la incorporación de la TECAR al conjunto de agentes físicos conocidos y utilizados para aumentar la

extensibilidad de los tejidos con el fin de mejorar el *ROM*. De esta forma podemos contribuir añadiendo mayor información a la literatura que respalde los efectos terapéuticos generados por la Tecarterapia sobre la extensibilidad de los tejidos, además de incorporar al abanico de posibilidades ya existentes para este fin. Aun así, al comparar la TECAR con la compresa húmedo caliente, ambos agentes provocan efectos beneficiosos al aumentar la extensibilidad de los tejidos, por lo tanto, dependiendo de la elección del profesional y del acceso que tenga a los distintos medios de termoterapia, independientemente si la elección es TECAR o CHC, ambos agentes contribuirían al aumento de flexibilidad de Isquiotibiales en las condiciones estudiadas en esta investigación, es decir, refiriéndonos a una población de hombres sanos y jóvenes. Además otro elemento nuevo que introduce esta investigación es la incorporación de tres tiempos de aplicación de agentes de termoterapia, ya que la mayoría de los estudios sólo considera un tiempo de aplicación, lo que nos motivó a indagar si existe un mejor tiempo de aplicación y si este coincide efectivamente con el utilizado generalmente en la práctica clínica.

En base a los resultados obtenidos para estudios posteriores se sugiere incorporar otros agentes de termoterapia profunda como por ejemplo onda corta, termoterapia superficial y crioterapia, además de comparar el efecto de los agentes físicos con elongaciones e incluir la medición de la temperatura intramuscular durante la aplicación del medio físico para otorgar mayor objetividad a los resultados. Además de incorporar la medición del *ROM* de extensión de rodilla de la pierna contralateral posterior a la aplicación del agente térmico. Por último, se podría comparar estos resultados con nuevos estudios en otros grupos musculares para ver si los resultados obtenidos son aplicables a otros segmentos y comparar las intervenciones en sujetos sanos con sujetos con patologías de tipo muscular. Por último, se podría agregar un grupo control para compararlos con los grupos en que se aplique directamente los agentes de termoterapia.

CONCLUSIÓN

Este estudio nos indica que ambos agentes de termoterapia, tanto profunda como superficial, tuvieron efectos en la ganancia de *ROM* en tres tiempos de aplicación (5, 10 y 15 minutos) sobre la musculatura Isquiotibial en hombres jóvenes universitarios sanos entre 20 y 25 años. Sin embargo al hacer una comparación de ambos agentes con los resultados obtenidos, podemos decir, que no existiría un agente de termoterapia que genere mejores efectos en la ganancia de rango de movimiento.

Por lo anterior cabe decir que, nuestra hipótesis de investigación se rechaza debido a que no se encontraron diferencias significativas entre la aplicación de TECAR y CHC.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Norris C, Matthews M. Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. *J Bodyw Mov Ther.* 2005; 9: 256–259.
- 2) Ibáñez RA, Torealbadella FJ. 1004 ejercicios de flexibilidad. 6^a ed. Barcelona, España: Paidotribo; 2002.
- 3) Merí A. Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte. España: Médica Panamericana; 2005.
- 4) Parolo E, Onesta MP. Hyperthermia through resistive and capacitive energy transfer in the treatment of acute and chronic musculoskeletal lesions. *INDIBA.* 2009;1: 1-7.
- 5) Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(3):371-8.
- 6) Ehrmann D, Shrier I, Rossignol M, Abenhaim L. Risk Factors for the Development of Low Back Pain in Adolescence. *Am. J. Epidemiol.* 2001; 154(1):30-36.
- 7) DePino G, Webright W, Arnold B. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After Cessation of an Acute Static Stretching Protocol. *J Athl Train.* 2000; 35(1):56-59.
- 8) Da Silva R, Gómez A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia.* 2008; 30(4):186-193.
- 9) Hawkes A, Draper D, Johnson A, Diede M, Rigby J. Heating Capacity of ReBound Shortwave Diathermy and Moist Hot Packs at Superfial Depths. *J Athl Train.* 2013; 48(4):471–476.
- 10) Robertson V, Ward A, Jung P. The effect of heat on tissue extensibility: a comparison of deep and superficial heating. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86:819-25.
- 11) Draper D, Hawkes A, Johnson A, Diede M, Rigby J. Muscle Heating With Megapulse II Shortwave Diathermy and ReBound Diathermy. *J Athl Train.* 2013; 48(4):477–482.

- 12) Bernstein M, Morabia A, Sloutskis D. Definition and Prevalence of Sedentarism in an Urban Population. *Am J Public Health*.1999; 89(6):862-867.
- 13) Cabrera de León A, Rodríguez M, Rodríguez LM, Anía B, Brito B, Muros M, et al. Sedentarismo: tiempo de ocio activo frente a porcentaje del gasto energético. *Rev Esp Cardiol*. 2007; 60(3):244-50.
- 14) Jöhagen S, Németh G, Eriksson E. Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *Am J Sports Med*. 1994; 22(2):262-6.
- 15) Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13(4):244-50.
- 16) Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P, et al. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med*. 2012; 46(12):846-51.
- 17) Decoster L, Scanlon R, Horn K, Cleland J. Standing and Supine Hamstring Stretching Are Equally Effective. *J Athl Training*. 2009; 39(4):300-304.
- 18) Eiderscheit B, Sherry M, Silder A, Chumanov E, Thelen D. Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation, and Injury Prevention. *journal of orthopaedic & sports physical therap*. 2010; 40(2): 67-81.
- 19) Herbert R, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review.*BMJ*. 2002; 325(31):468-470.
- 20) Ayala F, Sainz P. Reproducibilidad inter-sesión de las pruebas distancia dedos planta y distancia dedos suelo para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores adultos de futbol sala de primera división. *Revista Andaluza Medicina del Deporte*. 2011; 4(2):47-51.
- 21) Khan S, Shamsi S, Alyaemni A. A Comparison of Superficial Heat, Deep Heat and Cold for Improving Plantar Flexors Extensibility. *Middle-East J. Sci. Res*. 2013; 13(4): 477-482.

- 22) Funk D, Swank A, Adams K, Treolo D. Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility. *J Strength Cond Res.* 2001; 15 (5):123-126.
- 23) Cameron M. *Physical Agents in Rehabilitation From Research to Practice.* 2a. ed. España: Elsevier; 2003.
- 24) Lounsberry NL. Therapeutic Heat: Effects of Superficial and Deep Heating Modalities on Hamstring Flexibility. *The Osprey Journal of Ideas and Inquiry.* 2008; 138 (7): 1-10.
- 25) Draper D, Castro L, Feland B, Shulthies S, Eggett D. Shortwave Diathermy and Prolonged Stretching Increase Hamstring Flexibility More Than Prolonged Stretching Alone. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(1):13-20.
- 26) Heinrichs K. *Superficial Thermal Modalities, canine Rehabilitation and Physical Therapy.* Philadelphia: Elsevier Saunders; 2004.
- 27) Brodowicz G, Welsh R, Wallis J. Comparison of Stretching with Ice, Stretching with Heat, or Stretching Alone on Hamstring Flexibility. *J Athl Train.* 1996; 31(4): 324-7.
- 28) Brucker J, Knight K, Rubley M, Draper D. An 18-Day Stretching Regimen, With or Without Pulsed, Shortwave Diathermy, and Ankle Dorsiflexion After 3 Weeks. *J Athl Training.* 2005; 40(4):276–280.
- 29) Sakulsriprasert P, Vongsirinavarat M, Thammajaree C, Khoblueng D, Sunthornwiriya Wong K. Effect of Superficial Heating Duration on Plantarflexor Extensibility. *Songkla Med J.* 2010; 28(6):295-304.
- 30) Penny E, Rachel L, Sarah N. Effects of Cold Packs on Hamstring Flexibility. *Proceedings of the 4th Annual GRASP Symposium, Kansas, United States of America: Wichita State University.* 2008.
- 31) Mondardini P, Tanzi R, Verardi I, Briglia S, Maione A, Drago E. Novel methods for the treatment of muscle trauma in athletes capacitive-resistive energy transfer therapy. *INDIBA.* 2009; 9(1):1-5.
- 32) Pavone C, Castrianni D, Romeo S, Napoli E, Usala M, Gambino G, et al. TECAR therapy for Peyronie's disease: a phase-one prospective study. Great evidence in patients with erectile dysfunction. *Urologia.* 2013; 80(2): 148 – 153.

- 33) Takahashi K, Suyama T, Onodera M, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Zhong –Shi L. Clinical effects of Capacitive Electric Transfer Hyperthermia Therapy for Lumbago. *J.Phys.Ther.Sci.*1999; 11:45-51.
- 34) Lehmann J. *Therapeutic Heat and Cold*. 4a.ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.
- 35) Nadler S, Weingand K, Kruse R. *The Physiologic Basis and Clinical Applications of Cryotherapy and Thermotherapy for the Pain Practitioner. Pain Physician.* 2004; 7: 395-399.
- 36) Borges F. *Modalidades terapeuticas naa disfunções estéticas*. 2ª.ed. Sao Paulo: Phorte; 2010.
- 37) Habash R, Bansal R, Krewski D, Alhafid H. Thermal Therapy, Part 1: An Introduction to Thermal Therapy. *Crit Rev Biomed Eng.* 2006; 34(6):459–489.
- 38) Stagi P, Paoloni M, Ioppolo F, Palmerini V, Santilli V. Studio clinico randomizzato in doppio cieco tecarterapia versus placebo nel trattamento della lombalgia. *Eur med phys.* 2008; 44 (3): 1-3.
- 39) Oliva F, Gai Via A, Rossi S. Short-term effectiveness of bi-phase oscillatory waves versus hyperthermia for isolated long head biceps tendinopathy. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2011; 1(3): 112-117.
- 40) Galanti G, Stefani L, Iacchi A, Lonero L, Moretti A. The effects of MLS laser therapy in élite football players affected by muscles injuries: a controlled clinical trial. *Sport medicine, Energy Health, International journal of information and scientific culture.* 2013; 10:1-31
- 41) Melegati. G, Tornese. D, Bandi M. The use of tecar therapy in ankle sprain traumas. *Department of physical therapy and rehabilitation.* 2009; 1: 12-18.
- 42) Pastor J, Sendra F, Martínez M. *Termoterapia superficial. Manual de medicina física.* España: Harcourt Brace; 1998.
- 43) Cosgray N, Lawrance S, Mestrich J, Martin S, Whalen R. Effect of Heat Modalities on Hamstring Length: A Comparison of Pneumatherm, Moist Heat Pack, and a Control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(7):377-384.

- 44) Knight C, Rutledge C, Cox M, Acosta M, Hall S. Effect of Superficial Heat, Deep Heat, and Active Exercise Warm-up on the Extensibility of the Plantar Flexors. *Phys Ther.* 2001; 81(6):1206-1214.
- 45) Draper D, Knight K, Fujiwara T, Castel J. Temperature change in human muscle during and after pulsed short-wave diathermy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999; 29(1):13-22.
- 46) Garrett C, Draper D, Knight K. Heat Distribution in the Lower Leg from Pulsed Short-Wave Diathermy and Ultrasound Treatments. *J Athl Train.* 2000; 35(1):50-55.
- 47) Draper D, Richard M. Rate of Temperature Decay in Human Muscle Following 3 Mhz Ultrasound: The Stretching Window Revealed. *J Athl Train.* 1995; 30(4):304-307.
- 48) Sawyer P, Uhl T, Mattacola C, Johnson D, Yates J. Effects of moist heat on hamstring flexibility and muscle temperature. *J. Strength Cond. Res.* 2003; 17(2):285–290.
- 49) Taylor B, Waring C, Brashear T. The Effects of Therapeutic Application of Heat or Cold Followed by Static Stretch on Hamstring Muscle Length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995; 21(5):283-286.
- 50) Henricson A, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin N. The Effect of Heat and Stretching on the Range of Hip Motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1984; 6(2):110-115.
- 51) Petrofsky J, Bains G, Prowse M, Gunda S, Berk L, Raju C, et al. Dry heat, moist heat and body fat: are heating modalities really effective in people who are overweight?. *Journal of Medical Engineering & Technology* .2009; 33(5):361-369.
- 52) Signori L, Schutz F, Kerkhoff A, Brignoni L, Della Mía R. Efeito de Agentes Termicos Aplicados Previamente a um Programa de Alongamentos na Flexibilidade dos Muscúlos Isquiotibiais Encurtados. *Rev Bras Med Esporte.* 2008; 14(4):328-331.

ANEXOS

Anexo 1

- *Clasificación termoterapia según mecanismos de transmisión del calor.*
 - **Conducción:** intercambio de energía por colisión directa de moléculas, desde el material con mayor temperatura al de menor temperatura. El intercambio ocurre hasta que se igualan la temperatura y velocidad entre ambos.²³
 - **Convección:** transferencia de calor por un fluido.²³
 - **Conversión:** conversión de otro tipo de energía en energía térmica.²³
 - **Radiación:** transferencia directa de energía desde un medio con mayor temperatura a uno de menor temperatura, sin la necesidad de un medio o contacto directo.²³
 - **Evaporación:** absorción de energía en forma de calor, la cual es transformada de un estado líquido a gas o vapor.²³

Anexo 2

Variables en radiofrecuencia que modifican la temperatura en tejidos

- Algunas variables que modifican la temperatura en los tejidos son:
 - Potencia del equipo: a mayor potencia, mayor será el aumento de temperatura.³⁶
 - Tamaño del electrodo activo: al usar un electrodo pequeño, ocurrirá un aumento de temperatura de forma más rápida.³⁶
 - Velocidad a la que se mueve el electrodo activo: a menor velocidad, mayor y más rápido es el aumento de temperatura.³⁶
 - Método utilizado: según se utilice el modo capacitivo o resistivo.³⁶
 - Capacidad de disipación térmica de los tejidos: de acuerdo con la masa del tejido y la irrigación sanguínea, habrá diferentes facilidades para disipar el calor.³⁶
 - Tiempo de aplicación: a mayor tiempo de aplicación, mayor será la producción de calor.³⁶
 - Localización del electrodo dispersivo: si se aplica de forma contraplanar, el incremento será mayor en los tejidos más profundos que estarán en serie .Si es coplanar, ocurrirá lo inverso.³⁶
 - Distancia entre electrodo activo y dispersivo: a mayor distancia, mayor será la potencia necesaria para conseguir un aumento de temperatura, por eso se recomienda que estén cercanos el uno del otro.³⁶

Anexo 3

Ficha de evaluación

TESIS:

EFFECTO DE TECARTERAPIA Y COMPRESA HÚMEDO CALIENTE EN EL RANGO DE MOVIMIENTO DE EXTENSIÓN DE
RODILLA ASOCIADO A FLEXIBILIDAD DE ISQUIOTIBIALES.

Ficha evaluación:

- Nombre:
- Edad:
- Ocupación:
- Extremidad inferior dominante:
- ¿Tiene alguna enfermedad? ¿cuál?:
- Marque con una X si presenta o tiene sospecha de padecer alguna de estas patologías:
 - ✓ Enfermedad neoplásica:
 - ✓ Alteración de la sensibilidad:
 - ✓ Alteración en la circulación sanguínea:
 - ✓ Alteración dermatológica:
 - ✓ Presenta alguna placa o elemento de osteosíntesis en EEII o pelvis:
- ¿Ha presentado desgarros en EEII, contracturas en EEII o dolor lumbar en los últimos 6 meses?
- ¿realiza actividad deportiva? En el caso de que realice responda las siguientes preguntas:
 - ¿cuál?:
 - ¿cuántas veces a la semana? :
 - ¿Cuántas horas dura su entrenamiento diario?:

Anexo 4

Consentimiento informado.

Información al paciente:

Tesis "Efecto de tecarterapia y compresa húmedo caliente en el rango de movimiento de extensión de rodilla asociado a flexibilidad de isquiotibiales.", la cual consiste en hacer una evaluación de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial de ambas extremidades inferiores, para luego aplicar los dos agentes térmicos en la musculatura de la pierna dominante y ver la variación en el rango de movimiento de la rodilla de la persona evaluada.

Los agentes que se utilizarán son: TECAR, la cual genera calor por la resistencia que ponen los tejidos al paso de energía (capacitiva- resistiva) y compresa húmedo caliente producción de calor a través del contacto de ambos cuerpos (conducción).

Los voluntarios que van a ser sometidos a la evaluación son aquellos que cumplen con los requisitos para ello, que son: sujetos hombres universitarios entre 20 y 25 años, sin lesión de isquiotibial o columna vertebral en los últimos 6 meses, además de que no presenten enfermedades como cáncer, problemas de sensibilidad o circulación sanguínea. Todos estos datos serán verificados previo a la aplicación del medio a través de una ficha de evaluación que deberá rellenar toda persona que desee participar de la tesis.

Para llevar a cabo la toma de muestra cada sujeto será asignado con un agente terapéutico de manera aleatoria y deberá someterse a las mediciones en tres oportunidades. Se realizará una evaluación de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial previa y posterior a la aplicación del agente terapéutico lo cual tomará un tiempo aproximado de 4 minutos. Cada voluntario se someterá a la aplicación del medio de fisioterapia en tres tiempos y días distintos, obteniendo resultados de aplicación para 5, 10 y 15 minutos.

La persona sometida a la aplicación de cada agente terapéutico sentirá durante la aplicación sensación de calor en la superficie aplicada y ante cualquier inconveniente que pueda afectar la integridad de la persona se suspenderá la aplicación. En el caso de aplicación de CHC podrá manifestarse enrojecimiento temporal de la piel, el cual desaparecerá al cabo de unos minutos.

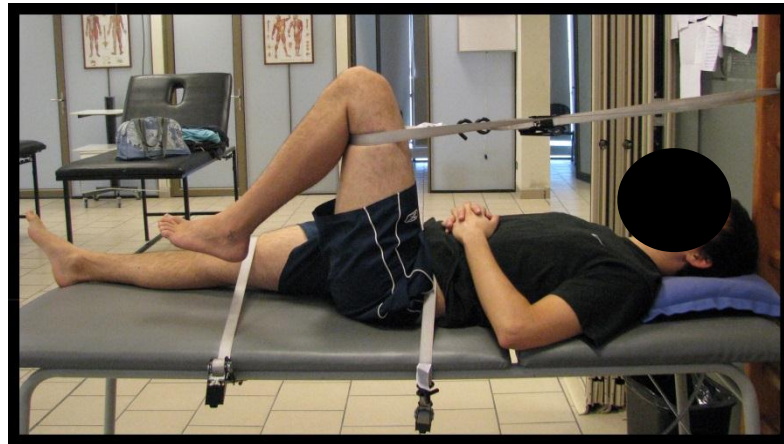
Yo, domiciliado en, en la fecha
...../...../..... Certifico que he sido informado con claridad sobre el procedimiento a seguir y estoy dispuesto a colaborar en la
realización de la investigación titulada: "Efecto de tecarterapia y compresa húmedo caliente en el rango de movimiento de
extensión de rodilla asociado a flexibilidad de isquiotibiales."

Actúo consecuentemente, libre y voluntariamente como colaborador. Soy conocedor de los efectos de los agentes físicos que
se aplicaran sobre mi organismo y tengo la autonomía suficiente para retirarme u oponerme al procedimiento cuando estime
conveniente sin justificarme y recibo copia de este consentimiento informado.

Anexo 5

Cinchas y AKE

AKE posición inicial



AKE posición final



Anexo 6

Ficha de datos obtenidos en las mediciones

	Nombre			
	Edad			
Tiempo de aplicación	Extremidad dominante	AKE pre derecha	AKE pre izquierda	AKE post
5 minutos				
10 minutos				
15 minutos				

Anexo 7

TECAR



Compresero



Anexo 8

Carta de petición de equipo TECAR a MEDS.



Universidad
Finis Terrae

Santiago, 30 de abril de 2013

Estimados señores:

Junto con saludarlos, nos dirigimos a ustedes en calidad de estudiantes de 5to año de kinesiología de la Universidad Finis Terrae con la intención de solicitar el equipo de TECAR para realizar las mediciones para nuestra tesis. La investigación consiste en comparar los efectos de la termoterapia aplicada en la musculatura isquiotibial para aumentar el rango de movimiento de rodilla, para esto haremos una comparación entre el efecto de la compresa húmedo caliente, onda corta y TECAR. A través de este medio, solicitamos formalmente a ustedes autorización para ocupar el equipo de tecarterapia de MEDS, ubicado en Isabel La Católica 3740, Las Condes. Nuestra intención será tomar las muestras entre los meses de septiembre y noviembre por períodos no mayores de 10 hrs, los días sábados en la mañana que esté disponible.

Estaremos bajo la supervisión de nuestro profesor guía, que además trabaja con ustedes y conoce las instalaciones, el Ilgo. Andrés Valladares. Nos comprometemos a hacer un buen uso del equipo, conociendo la responsabilidad que conlleva la aplicación de agentes físicos, el cuidado y el aseo de la clínica.

Esperando una favorable acogida a nuestra petición,

Se despide atentamente,

Sergio Carrillo

Antonella Merello

Carla Tadic

Anexo 9

Carta de petición de gimnasio e implementos a Universidad Finis Terrae.



**Universidad
Finis Terrae**

Santiago, 30 de abril de 2013

Estimados señores:

Junto con saludarlos nos dirigimos ustedes en calidad de estudiantes de 5to año de kinesiología de la UFT con la intención de solicitar el gimnasio de la universidad para realizar las mediciones para nuestra tesis. La investigación consiste en comparar los efectos de la termoterapia aplicada en la musculatura isquiotibial para aumentar el rango de movimiento de rodilla, para esto haremos una comparación entre el efecto de compresas húmedo caliente y TECAR. A través de este medio, solicitamos formalmente a ustedes autorización para ocupar el compresero de la universidad, entre los meses de septiembre y noviembre por períodos no mayores de 10 hrs, cualquier día de la semana en que esté disponible.

Nos comprometemos a hacer un buen uso de las instalaciones, conociendo la responsabilidad que conlleva la aplicación de agentes físicos, el cuidado y el aseo del gimnasio.

Esperando una favorable acogida a nuestra petición,

Se despiden atentamente.

Sergio Carrillo

Antonella Merello

Carla Tadic