



---

**Universidad de Valladolid**

**Escuela Universitaria  
de Fisioterapia**  
Campus de Soria



---

**Universidad de Valladolid**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA  
CAMPUS DE SORIA**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**EFICACIA DEL USO DE LA HIPERTERMIA EN EL ESTIRAMIENTO  
MUSCULAR EN EL ÁMBITO DEPORTIVO. CASO CLINICO**

Presentado por: Diego Martínez Montejo

Tutelado por: Consolación Laudo Pardos

Soria 26.02.2013

## Índice.

Resumen.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Anatomía y biomecánica isquiotibial.....	5
1.2. Estructura fisiológica muscular.....	9
1.3. El uso del calor en fisioterapia.....	11
1.4. Tratamiento con Indiba / Tecar.....	12
1.5. Justificación y objetivos.....	16
2. Desarrollo.....	18
2.1. Presentación del caso.....	18
2.2. Material y métodos .....	18
2.2.1. Test de neurodinámica.....	18
2.2.2. Valoración de la movilidad lumbar.....	19
2.2.3. Valoración de la movilidad articular de la cadera.....	21
2.2.4. Valoración de la movilidad articular de la rodilla.....	21
2.2.5. Valoración de la longitud de la musculatura isquiotibial .....	22
2.2.6. Útiles de valoración.....	23
2.3. Exploración .....	24
2.3.1. Inspección estática .....	24
2.3.2. Inspección dinámica.....	24
2.4. Intervención .....	26
3. Resultados .....	30
4. Discusión .....	32
5. Conclusiones .....	36
6. Bibliografía .....	37
7. Anexo I.....	41

## **Resumen.**

Las lesiones musculares en el ámbito deportivo son una de las causas más habituales de inactividad entre sus participantes. Entre ellas destacan por su frecuencia las de la musculatura posterior del muslo.

La aplicación de calor mediante distintas técnicas es útil para mejorar la elasticidad y la movilidad músculo-articular.

La aplicación de calor mediante hipertermia utilizando Indiba se ha venido utilizando para el tratamiento de lesiones músculo-esqueléticas. En este estudio se valora si ese método de aplicación de calor puede ser útil para la mejora de la flexibilidad muscular como medida preventiva de lesiones en un paciente asintomático vinculado al atletismo.

Al sujeto se le valoró la movilidad lumbar y la flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante los test “sit and reach”, “Schöber modificado” y “elevación de la pierna”. Tras ello se aplicó un protocolo de cuatro sesiones de tratamiento con indiba (capacitiva y resistiva) y estiramientos realizando sucesivas mediciones de los mismos test.

Los resultados obtenidos fueron una mejora del rango de movimiento en los test “sit and reach” y “elevación de la pierna” manteniéndose los valores iniciales en el test de Schöber modificado.

La aplicación de hipertermia, mediante indiba junto con estiramientos, podría ser útil para mejorar la flexibilidad. Pudiendo utilizarse tanto a nivel preventivo como en pacientes con un acortamiento muscular.

## **1. Introducción.**

Actualmente la actividad física se ha convertido en una forma de ocio muy popular cuyos objetivos son mejorar la capacidad física y enlentecer el envejecimiento. Dentro de la actividad física, la carrera a pie, ha experimentado un gran auge siendo muy habitual entre los deportistas; ya sea a nivel recreativo, por su bajo coste, o a nivel competitivo, como deporte en sí mismo.

Por todo ello, resulta interesante investigar factores que contribuyan a optimizar el rendimiento físico. Del mismo modo, es de suma importancia analizar las condiciones que pueden provocar lesiones con el fin de evitarlas, disminuir su incidencia o aminorar el tiempo de recuperación en caso de que no sea posible evitar su aparición.

Dentro del campo preventivo es muy importante destacar el papel de la flexibilidad muscular. Una disminución en ella limitará el trabajo deportivo, ya que provoca una disminución del rango de movilidad articular aumentando del mismo modo el riesgo de lesiones.

Diversos estudios se han llevado a cabo para valorar esta cualidad o propiedad muscular, su evaluación y las diversas técnicas para mejorarla, siendo los resultados de los mismos contradictorios a la hora de afirmar cual es la técnica más adecuada para tal fin.

La flexibilidad de los grupos musculares es habitualmente tratada con un calentamiento activo previo, junto con ejercicios de estiramiento estático, balístico, facilitación neuromuscular propioceptiva y técnicas de estiramiento dinámico.

Si bien todos los métodos de estiramiento pueden aumentar la flexibilidad, el trabajo mediante estiramientos estáticos sigue siendo el más utilizado ya que es fácil de entender y aplicar.

Una de las lesiones más comunes en el ámbito deportivo a nivel profesional es la distensión de la musculatura isquiotibial. Un estudio llevado a cabo durante los últimos campeonatos de atletismo celebrados en Helsinki, concluye que del total de las lesiones producidas (cuya incidencia fue de 98.4 de cada 1000 atletas inscritos), el 11.4% se trataron de lesiones en la musculatura isquiotibial (Edouard et al., 2013).

### **1.1 Anatomía y biomecánica isquiotibial.**

La musculatura de la parte posterior del muslo se encuentra formada de lateral a medial por los músculos bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso.

El bíceps femoral consta de dos porciones: la cabeza larga, inervada por la porción tibial del nervio ciático y la cabeza corta, inervada por la porción peronea del nervio ciático. La cabeza larga del bíceps femoral se origina en la tuberosidad isquiática (combinado con el músculo semitendinoso) y se inserta en la cabeza peronea (reviste al ligamento colateral del peroné) a través de la fascia crural. Es un músculo que cruza dos articulaciones la cadera y la rodilla. Por su parte la cabeza corta se origina en el tercio medio del labio lateral de la línea áspera del fémur (por ello no lo podemos incluir como isquiotibial verdadero careciendo a su vez de implicación en la articulación coxofemoral) compartiendo inserción con la cabeza larga. Las funciones que realiza el bíceps femoral a nivel de la articulación coxofemoral son: extensión, aproximación y rotación lateral. Mientras que a nivel de la articulación de la rodilla son flexión y rotación lateral.

El músculo semitendinoso está inervado por la porción tibial del nervio ciático. Tiene su origen en la tuberosidad isquiática (junto a la cabeza larga del bíceps femoral) y se inserta en la cara medial de la tuberosidad de la tibia. Como funciones, a nivel de la articulación coxofemoral realiza: extensión, aproximación y rotación medial. Mientras que en la articulación de la rodilla realiza flexión y rotación medial.

Por último el músculo semimembranoso está inervado también por la porción tibial del nervio ciático. Se origina en la tuberosidad isquiática y se inserta a

nivel proximal de la tibia bajo el cóndilo medial en la zona posterior de la capsula articular de la rodilla. Sobre la articulación coxofemoral realiza extensión, aproximación y rotación medial; mientras que sobre la articulación femorotibial produce flexión y rotación medial (Putz y Pabst, 2005) (Imágenes 1 y 2).

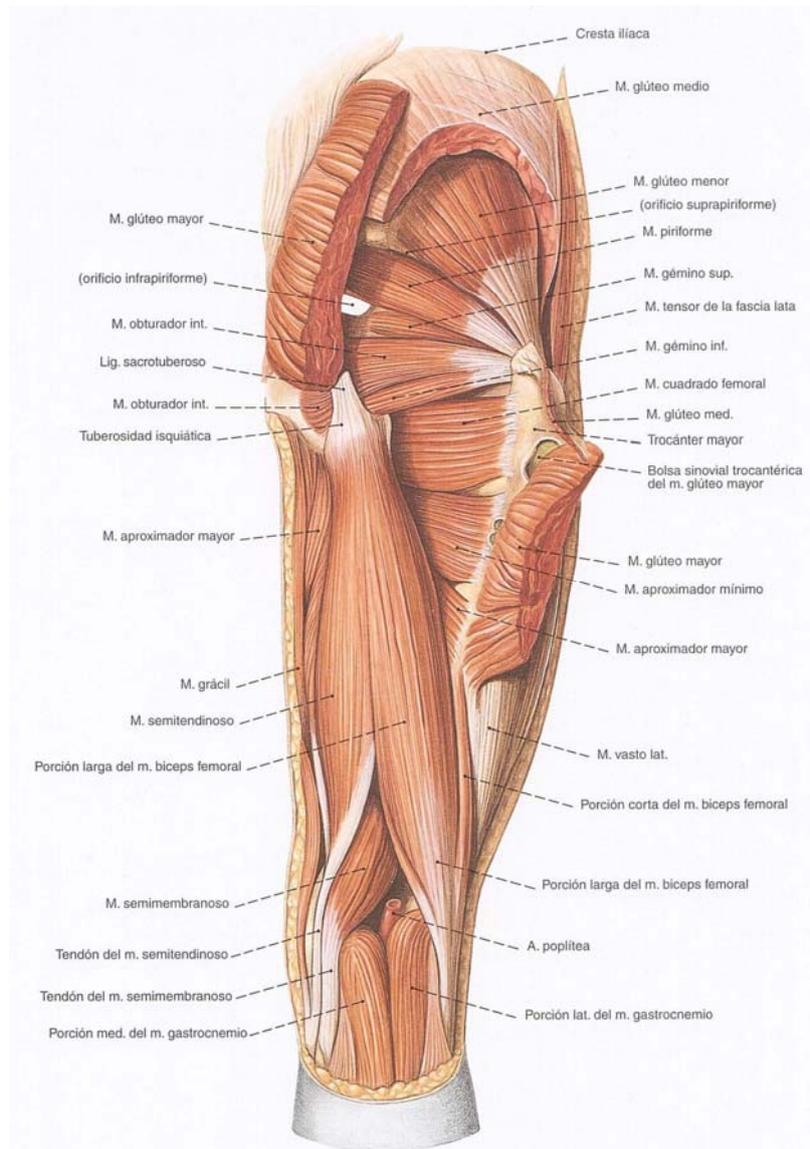


Imagen 1. Anatomía de la parte posterior del muslo, plano superficial (Fuente: Putz y Pabst, 2005).

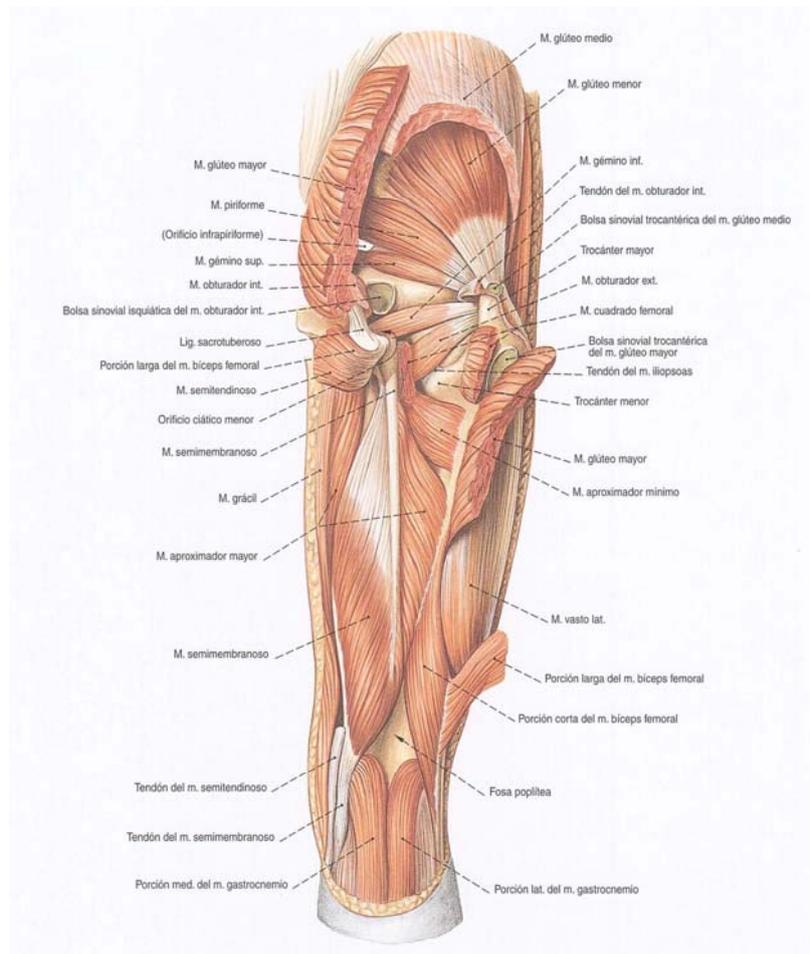


Imagen 2. Anatomía de la región posterior de muslo, plano profundo (Fuente: Putz y Pabst, 2005).

Analizando la funcionalidad de la musculatura isquiotibial (en sus tres músculos verdaderos), desde un punto de vista biomecánico, presenta inactividad en la bipedestación tranquila, incluso con apoyo monopodal en análisis electromiográfico (Basmajian y De Luca, 1985; Okada, 1972). Si que se observa actividad de la musculatura isquiotibial durante la flexión del tronco, pero no en la extensión (Gantchev y Draganova, 1986; Okada, 1972). En sujetos normales, la flexión voluntaria y súbita del tronco se controla por la actividad energética de los isquiotibiales y de otros músculos extensores. Para producir una acción de frenado, tiene lugar una activación inicial de los isquiotibiales, seguida del glúteo mayor y finalmente del erector de la columna

(Oddsson y Thorstensson, 1987). De ahí la importancia de estos músculos en el control de la estática y dinámica del tronco.

Durante la marcha los isquiotibiales verdaderos alcanzan su pico de actividad inmediatamente antes del choque del talón o justamente en ese momento. Sin embargo, la cabeza corta del bíceps se activa solamente en el periodo de despegue de los dedos. La amplitud de la actividad electromiográfica (EMG) aumenta con el incremento de la velocidad de la marcha (Travell y Simons, 2004).

En otras modalidades deportivas como el trote, la carrera y el sprint, la actividad EMG obtenida con electrodos de superficie aparece tanto en los isquiotibiales mediales como en los laterales inmediatamente antes de la máxima flexión de cadera y poco después del inicio de la extensión de rodilla durante el balanceo. Esto sugiere que este grupo muscular, mediante una contracción excéntrica, ayuda a frenar la cadera en la flexión terminal y a modular entonces la extensión rápida de la rodilla, a la vez que contribuye a la extensión de cadera (Travell y Simons, 2004).

Al analizar la actividad EMG de la musculatura isquiotibial durante la realización de un salto recto hacia arriba a dos piernas desde una posición de semiagachado, se observan varias ráfagas de actividad previas al despegue y también en el instante del despegue (momento de mayor actividad) así como en el aterrizaje en inmediatamente después de él (Travell y Simons, 2004).

En actividades deportivas realizadas con la mano derecha se observó actividad EMG en los electrodos de superficie situados sobre los isquiotibiales mediales y laterales. La actividad fue mayor en el lado derecho que en el izquierdo (Travell y Simons, 2004).

Además de la musculatura isquiotibial cabe mencionar también otros grupos musculares que tienen relaciones funcionales con ella. Así, a nivel de la articulación coxofemoral se encuentran: glúteo mayor, glúteo medio (porción dorsal), glúteo menor (porción dorsal) y piriforme que realizan extensión. Por otro lado sobre la articulación de la rodilla se sitúa el músculo tríceps sural

(gastrocnemios y plantar) y el músculo poplíteo que llevan a cabo la flexión de la misma (Putz y Pabst, 2005).

## **1.2 Estructura fisiológica muscular**

Dentro de las distintas clasificaciones de músculos por su estructura histológica encontramos dos tipos: estriados (donde se incluyen los músculos esqueléticos y cardíaco) y lisos (Córdova, 2003).

La musculatura isquiotibial, desde el punto de vista histológico corresponde a músculos estriados, esqueléticos. Para comprender su función a nivel de la contracción y estiramiento se detalla su composición.

El músculo esquelético está formado por células musculares esqueléticas y por tejido conjuntivo, encargado de transmitir las fuerzas generadas por las células musculares. Cuando un músculo se contrae, desarrolla una tensión que se transmite a los huesos a través de los tendones, lo que da lugar al movimiento; por tanto, éste implica la participación de los sistemas muscular y esquelético.

Los músculos son, obviamente, importantes para el estiramiento y desarrollo de la flexibilidad. Éstos tienen diferentes formas y tamaños, pero todos ellos poseen la cualidad común de estar compuestos por pequeñas unidades sucesivas, denominadas miofibrillas. Las miofibrillas están constituidas a su vez por fibras aún más delgadas llamadas miofilamentos. Las miofibrillas se dividen en una serie de unidades repetidas longitudinalmente llamadas sarcómeros, que se alinean perfectamente a lo largo de la miofibrilla. Los sarcómeros constituyen la unidad funcional del músculo estriado. Cada uno de ellos está delimitado por unas regiones denominadas discos Z. Desde los discos Z se extienden en ambas direcciones numerosos miofilamentos finos que se intercalan entre los miofilamentos gruesos. Esta disposición intercalada produce la aparición de unas bandas de diferente coloración al microscópio, que ha servido para describir éste músculo como estriado. Las bandas A, son unas franjas anchas y oscuras que se alternan con las bandas claras o bandas I (Córdova, 2003) (Imagen 3).

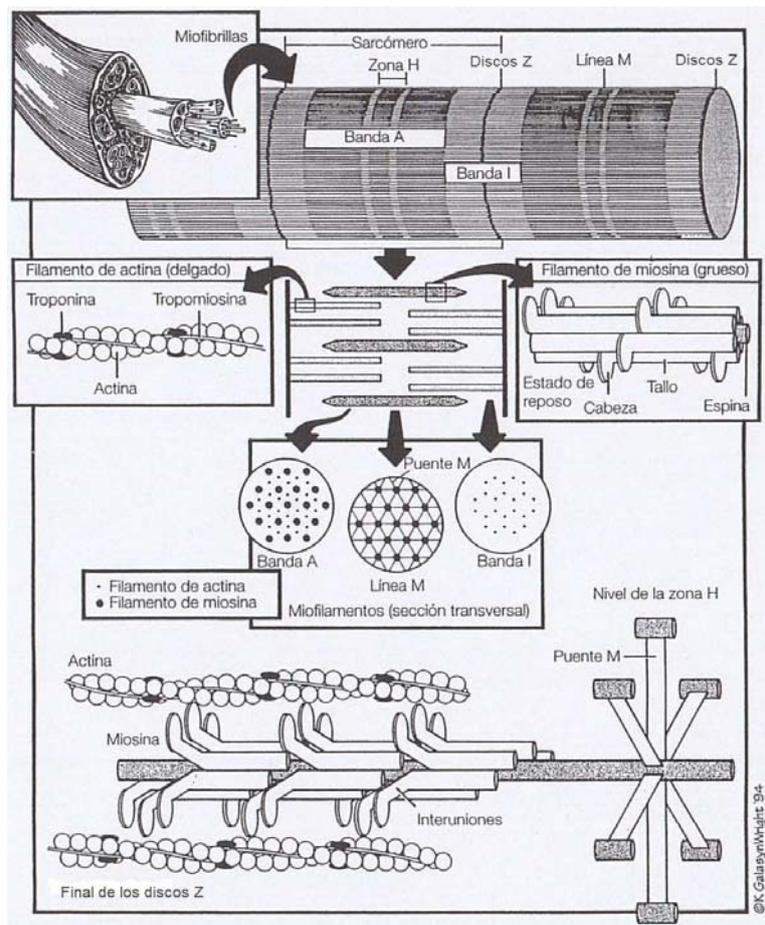


Imagen 3. Histología de la musculatura estriada (Fuente: Alter 1999)

Se ha demostrado que el sarcómero se puede estirar, hasta un 150 por ciento en longitud, desde su estado de reposo. Por ello sus elementos contráctiles no pueden ser un factor limitante en la flexibilidad cuando el músculo está relajado. Este grado de elongación potencial de dicha estructura muscular es significativo para todos los deportistas cuyos deportes requieran una mejora del rango de movilidad. Por lo tanto, si el músculo está relajado y si el tejido conjuntivo está estirado de manera adecuada cualquier deportista debería tener una flexibilidad notoria. Debe tenerse en cuenta que el componente más importante relacionado con dicha cualidad es el tejido conjuntivo que envuelve y circunda al músculo en sus diferentes niveles de organización, compuesto por el endomisio, perimisio y epimisio (Imagen 4) (Alter, 1999).

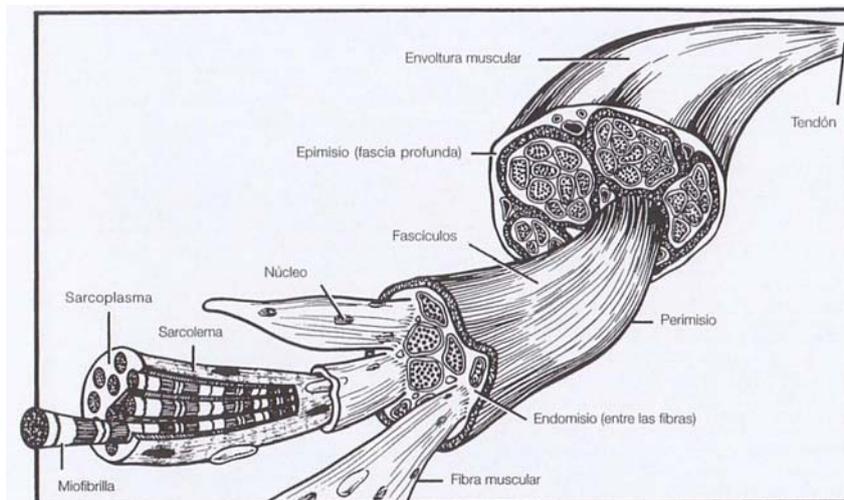


Imagen 4. Estructura muscular (Fuente: Alter, 1999).

### 1.3 El uso del calor en fisioterapia

El calor, aplicado mediante distintas técnicas físicas, es una de las técnicas ampliamente utilizadas en fisioterapia.

Entre estas técnicas se encuentran:

- Calor por irradiación. Los infrarrojos, que producen un aumento de la temperatura únicamente en superficie (máximo 1 cm de profundidad).
- Calor por contacto. Entre las distintas formas de aplicación encontramos los parafangos, los lodos, los baños de parafina, las compresas calientes así como el agua caliente.
- Calor por conducción. Las corrientes de alta frecuencia, que producen calor a distintas profundidades en función de la longitud de onda (Xhardez, 2002).

Entre los efectos del calor encontramos:

- Efecto circulatorio: con vasodilatación de los capilares, aumento del flujo circulatorio, activación del metabolismo y, aumento de la temperatura corporal y taquicardia cuando se aplica en forma general.
- Efecto antiálgico.
- Efecto de disminución de la tensión muscular y articular. El calor favorece el deslizamiento de los tejidos entre sí, la dilatación de las aponeurosis y su relajación (Xhardez, 2002).

Dentro del uso del calor, mediante conducción en fisioterapia, encontramos la hipertermia, que consisten en un tipo de corrientes de alta frecuencia que producen aumento de la temperatura en el interior del cuerpo humano. Al aplicar al tejido un tipo específico de alta frecuencia en una banda que va desde los 500 Khz a 1 Mhz se produce un aumento de temperatura que logrará un aumento del trofismo.

#### **1.4 Tratamiento con hipertermia (Indiba/Tecar).**

En el año 1983 se crea Indiba, empresa fundada en Barcelona por Jose Calbét, con el objetivo de investigar, desarrollar y fabricar equipos de radiofrecuencia innovadores para electromedicina.

Indiba consiguió integrar las emisiones de energía Capacitiva y Resistiva en un mismo sistema (CRET System) con el fin de optimizar los tratamientos con radiofrecuencia y su eficacia.

Esta técnica de aplicar hipertermia se realiza mediante la utilización de corrientes de alta frecuencia de 0,49 MHz. Este tipo de corriente va a producir un aumento local de la temperatura del tejido humano (hipertermia profunda) mediante la circulación a través del mismo.

Esta terapia utiliza un generador que emite corrientes de alta frecuencia a una potencia variable con un máximo de 300 W.

Su funcionamiento está basado en un principio que utiliza el tejido biológico como parte de un condensador mediante el tratamiento con resistencia eléctrica. Este sistema permite la participación homogénea de la mayoría de las capas externas, así como las capas más profundas de los tejidos biológicos. Esta posibilidad es prácticamente inexistente con los sistemas de irradiación en los que el 30-40% de la energía suministrada se dispersa en las primeras 10 micras de tejido biológico.

Para su aplicación se utiliza un generador de alta frecuencia mediante electrodos. Se puede utilizar mediante dos técnicas o modos de aplicación, denominados transferencia eléctrica capacitiva (TEC) y transferencia eléctrica

resistiva (TER), de que dispone el equipo. En ambos modos de aplicación se utiliza un electrodo activo móvil y un electrodo pasivo a través del cual se cierra el circuito eléctrico, dejando entre ellos la zona del paciente en la que se realiza el tratamiento.

En modo TEC la tecnología esta basada en el efecto "capacitivo". El electrodo se halla recubierto de una película aislante que interpuesta entre el interior metálico y el tejido humano, que es conductor, forman un condensador que permite el paso de la corriente a alta frecuencia, la cual eleva la temperatura de la zona tratada produciendo hipertermia. La corriente retorna a través del electrodo neutro. El efecto que se produce por el sistema capacitivo se da principalmente en los tejidos blandos situados bajo el electrodo, ya que actúa de condensador y provoca un aumento local de la temperatura.

Cabe destacar que este calentamiento de los tejidos blandos influye positivamente en el tratamiento posterior en modo resistivo, ya que, al estimular la vascularización, la aplicación capacitiva reduce los valores de resistencia interna de estos tejidos blandos (Imágenes 5 y 6).

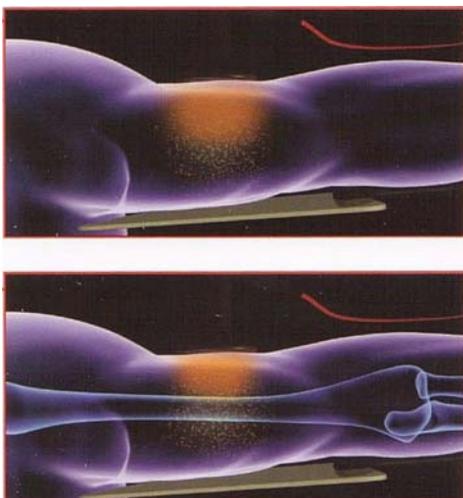


Imagen 5. Modo de tratamiento TEC (Fuente: Indiba)



Imagen 6. Cabezal capacitivo (Fuente elaboración propia).

En modo TER (Transferencia Eléctrica Resistiva) el electrodo de acero inoxidable aplicado directamente al tejido humano permite hacer circular una corriente de alta frecuencia, concentrada en la zona a tratar, que retornará dispersa a través del electrodo neutro. Esta circulación de corriente en un medio resistivo (tejido humano) eleva la temperatura de la zona de

concentración produciéndose la hipertermia. Los efectos producidos por el sistema resistivo se concentran en aquellos tejidos con una mayor resistencia, tales como hueso y el tendón, tejidos con mayor densidad, y que tienen un valor de resistencia más alto y un contenido en agua menor que el tejido blando o más vascularizado, lo que permite que el tratamiento actúe a un nivel mucho más profundo en el tejido tratado (Imágenes 7 y 8).

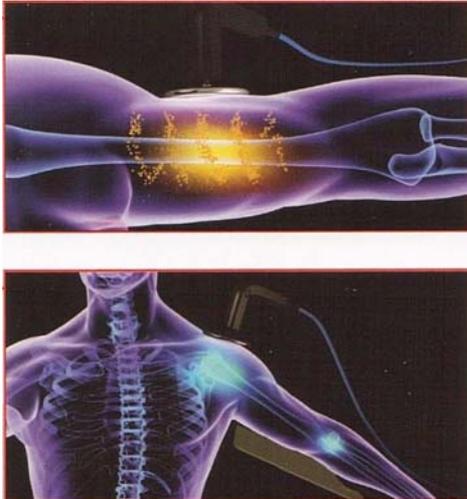


Imagen 7. Modo de tratamiento TER (Fuente: Indiba).



Imagen 8. Cabezal resistivo (Fuente: elaboración propia).

Ambos métodos permiten obtener elevadas temperaturas con gran facilidad de aplicación. Si bien en una comparativa de los mismos la tecnología TER obtiene niveles de temperatura y profundidades significativamente superiores y su aplicación puede ser más cómoda para el usuario, pues puede ser estática sin el movimiento circular constante, característico de la TEC.

La aplicación alternada de ambos sistemas en cada tratamiento, incrementa la eficacia respecto a la aplicación de uno solo de ellos, en el mismo periodo de tiempo, ya que la rotura de la monotonía evita la acomodación.

Cuando se aplican ondas o un campo electromagnético, con unas características apropiadas, estas son capaces de interactuar con el sistema celular provocando cambios en los equilibrios electroquímicos que originan cambios en la actividad celular y, a su vez, provocan modificaciones en la actividad del sistema (Mondardini et al.).

La justificación de los efectos terapéuticos de la aplicación de hipertermia mediante Indiba se basa en la siguiente teoría, actualmente en fase de pruebas experimentales.

- A bajos niveles de energía (de 50 a 100 W), a pesar de que no ocurre disipación endotérmica, se obtiene estimulación celular ultraestructural, con el consiguiente aumento en transformaciones de la energía (producción de ATP) y el consumo de O<sub>2</sub>. El aumento de la demanda metabólica del tejido, conduce a la activación indirecta de la microcirculación arterial y veno-linfática sin dilatación de los grandes vasos.
  
- En los niveles medios de energía (100-200 W), además del efecto de bioestimulación, hay un aumento de la temperatura endógena, que es dependiente del aumento de movimiento browniano. Este aumento en calor estimula la dilatación de los vasos de mayor diámetro, aumentando aún más el flujo de la sangre. El efecto térmico está estrechamente relacionado con las corrientes de desplazamiento, que se concentran, desde las zonas más periféricas, en las áreas de aplicación, y son directamente proporcionales a su intensidad.
  
- A altos niveles de energía (200-300 W), el efecto de bioestimulación de las células es inferior, mientras que el efecto endotérmico es mayor, con un aumento significativo del flujo hemolinfático. Este proceso conduce a una estimulación y reoxigenación de los tejidos lesionados, junto con la rápida eliminación de catabolitos tóxicos y una recuperación más rápida de los potenciales normales de membrana. Además, se acelera la activación de los sistemas de defensa y la reparación de los tejidos comprometidos dependiendo de la patología, así:
  - 1) En los receptores del dolor periférico y fibras nerviosas: se produce una restauración del potencial de membrana.
  - 2) En los vasos sanguíneos y linfáticos: se produce un gran aumento de velocidad de la sangre tanto a nivel de la macro y la microcirculación y en el drenaje veno-linfático.
  - 3) En los músculos: como resultado de la estimulación del metabolismo se observa un aumento en la frecuencia de la reparación del daño fibrilar, además

de la resolución de edemas y / o hematomas ayudando a la recuperación funcional rápida y completa de la fibras.

4) En la cápsula articular, cartílago y hueso: ocurre una rápida absorción de líquido sinovial y el retorno a la normalidad de las estructuras alteradas, por medio de los mecanismos antes mencionados (Mondardini et al.).

Valorando todos los puntos anteriores, se puede deducir que la aplicación de INDIBA parece una opción racional, en aquellos casos en los que el evento patológico principal es la alteración de la microcirculación asociada a daño tisular (Mondardini et al.).

Los efectos obtenidos mediante la aplicación de esta terapia en el tratamiento de lesiones musculares agudas son:

- Una aceleración de los procesos normales de recuperación en lesiones de bajo grado;

- La mejora en los procesos de regeneración de mioblastos y capilarización más la formación de cicatriz fibrosa, con la mejora de la recuperación en la función del músculo lesionado, en lesiones más graves (Mondardini et al.).

### **1.5 Justificación y objetivos.**

Por todos es aceptada la importancia de mejorar la flexibilidad, o al menos mantenerla, en el ámbito deportivo; tanto como medida preventiva, para evitar una mayor incidencia de lesiones, como para obtener un resultado competitivo más eficiente. Es interesante estudiar y analizar las distintas formas que se disponen para su trabajo, intentando disminuir el riesgo que asume el paciente en su consecución. Del mismo modo se debe valorar la duración de los resultados obtenidos a medio plazo con el fin de pautar un seguimiento de esta cualidad física y unas rutinas de aplicación para el deportista.

A su vez sería interesante poder extrapolar las posibles conclusiones para tratar pacientes que no estén relacionados con el ámbito deportivo, ya que en muchas ocasiones las descompensaciones musculares y los acortamientos

que ellas provocan degeneran en patologías comunes que disminuyen las capacidades y la calidad de vida de las personas que las padecen.

Como ya se ha visto, la posible utilización del calor en el ámbito terapéutico y el beneficio que produce en la elasticidad de los tejidos, se buscará esa mejoría para el desarrollo de la flexibilidad.

Por otra parte y teniendo en cuenta la gran incidencia que tienen las lesiones a nivel de la musculatura posterior de la pierna se centrará el estudio en analizar cómo responde esta musculatura al tratamiento aplicado.

Por todo esto, el objetivo de este trabajo será, a propósito de un caso clínico, valorar la efectividad de un tratamiento mediante hipertermia y estiramientos de la musculatura isquiotibial para conseguir una mejora de la flexibilidad en un paciente vinculado al ámbito deportivo.

## **2. Desarrollo.**

### **2.1 Presentación del caso.**

Se ha realizado un caso clínico en un paciente asintomático vinculado al ámbito deportivo. La elección del paciente fue aleatoria.

Como criterios de inclusión se establecieron los siguientes: 1) práctica de deporte de forma semiprofesional, 2) no haber padecido lesión en la musculatura isquiotibial en los últimos seis meses y 3) no haber padecido lesión en otras estructuras relacionadas biomecánicamente con la musculatura isquiotibial en los últimos seis meses.

Por otro lado, los criterios de exclusión fueron: 1) no seguir las pautas de tratamiento y 2) presentar alguna de las contraindicaciones de la propia técnica aplicada.

El paciente seleccionado para el estudio se trata de un varón de 18 años estudiante, que practica atletismo a nivel competitivo, entrenando seis sesiones semanales. Su práctica se vincula a carreras de larga distancia, realizando competiciones de campo a través (entre 6000 y 8000 metros de distancia) y pruebas de pista o ruta (entre 5000 y 10000 metros).

### **2.2 Material y métodos**

Los test y materiales utilizados en el estudio son los que se describen a continuación.

#### **2.2.1 Test de neurodinámica**

Test de neurodinámica para descartar la implicación del nervio ciático en la movilidad de la pierna. Para realizarlo el paciente se coloca decúbito supino en la camilla en posición de reposo. Su procedimiento es el siguiente: el nervio ciático incluyendo su raíz nerviosa asociada y la medula espinal se alargan de forma máxima con la flexión de la cadera, la extensión de la rodilla, la flexión dorsal del tobillo y la flexión cervical. Para ello se eleva la extremidad inferior

extendida del paciente hasta que se detenga el movimiento o se produzcan los síntomas. El rango medio para este test es aproximadamente 70-75°. El movimiento puede estar limitado debido a una musculatura dorsal del muslo acortada y/o sintomática o debido a una puesta en tensión nerviosa que provoca una irritación del nervio ciático. Para confirmar este hallazgo se coloca la articulación de la cadera en una posición asintomática de menor flexión y en ese punto se posiciona el tobillo del paciente con más dorsiflexión y/o el cuello en flexión. Si aparecen o aumentan en intensidad los mismos síntomas, es probable una implicación de la raíz nerviosa ciática (Kalterbon et al., 2004) (Imagen 9).

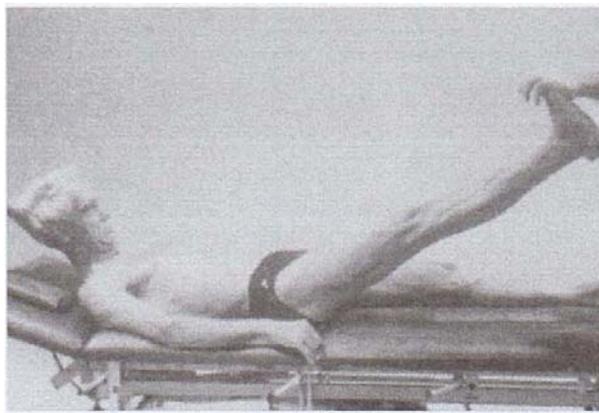


Imagen 9. Test del nervio ciático (Fuente: Kalterbon et al., 2004)

### **2.2.2 Valoración de la movilidad lumbar.**

Se valora la movilidad lumbar del paciente para descartar cualquier afectación de la misma que pudiera limitar el rango de movimiento y así alterar los resultados del estudio.

Para ello se llevaron a cabo distintas valoraciones

- Test de movilidad lumbar se pide al paciente que realice movimientos activos en todos los planos de movimiento (flexión-extensión, inclinaciones laterales y rotaciones). Para observar el rango de movimiento y la forma de ejecutar el mismo; así como si se producen síntomas en la realización de los distintos movimientos (Kalterbon et al., 2004) (Imágenes 10, 11, 12 y 13).

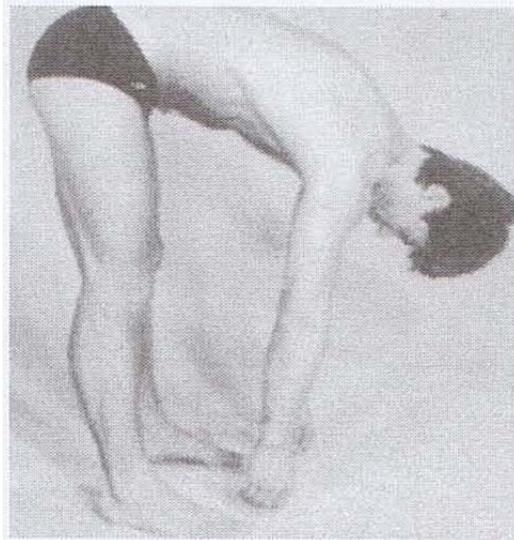


Imagen 10. Test de movilidad lumbar a flexión  
(Fuente: Kalterbon et al., 2004)

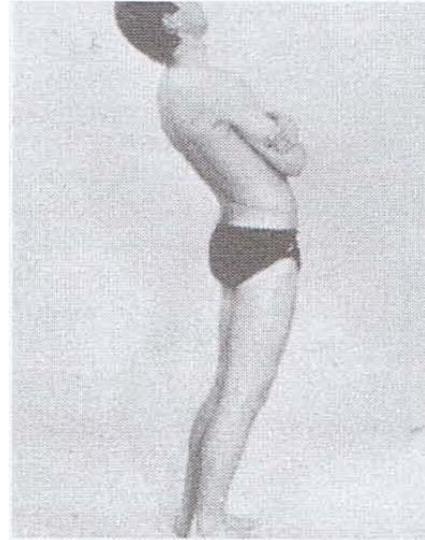


Imagen 11. Test de movilidad a extensión  
(Fuente: Kalterbon et al., 2004)

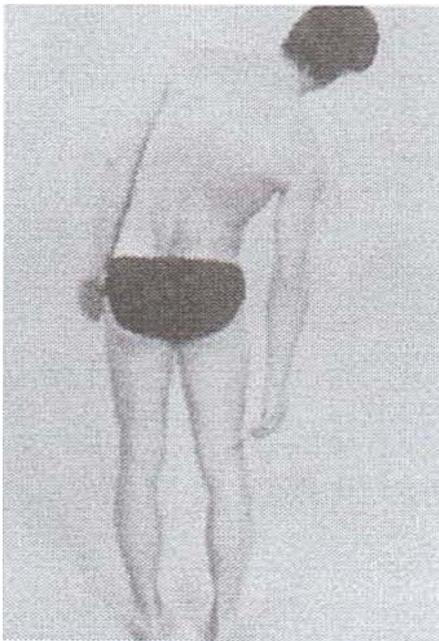


Imagen 12. Test de movilidad lumbar a inclinación lateral (Fuente: Kalterbon et al., 2004)

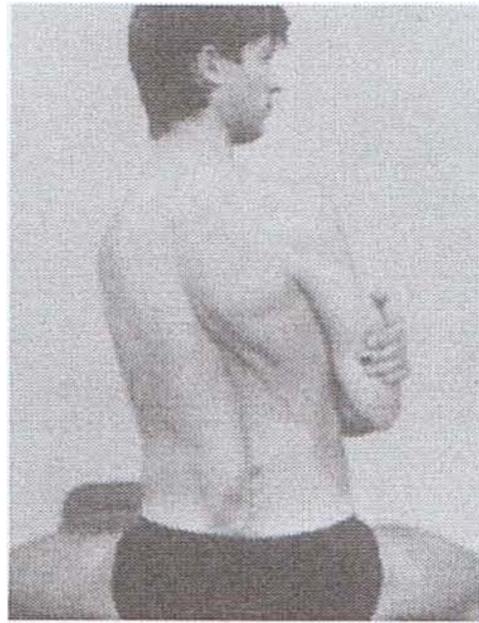


Imagen 13. Test de movilidad lumbar a rotación  
(Fuente: Kalterbon et al., 2004)

- Test de juego articular translatorio; se realiza para valorar el rango de movilidad en cada segmento lumbar y la calidad del movimiento así como la sensación terminal de dicho movimiento. El paciente se sitúa en decúbito lateral. Para evitar la flexión lateral de la columna se coloca una almohada bajo la cintura del paciente. Las caderas y rodillas del paciente se flexionan dependiendo del segmento valorado. El fisioterapeuta coloca los dedos de la mano craneal

palpando entre las dos apófisis espinosas del segmento a valorar. La mano caudal toma la cara dorsal de las rodillas del paciente que contactan con el cuerpo del fisioterapeuta en su cara ventral. Con el brazo caudal y el cuerpo el fisioterapeuta realiza un empuje/tracción de forma longitudinal en un sentido ventral-dorsal a través de los muslos del paciente para producir movimientos oscilatorios en cada segmento valorando si hay movimiento, cuanto movimiento hay y como finaliza ese movimiento (Kalterbon et al., 2004) (Imagen 14).

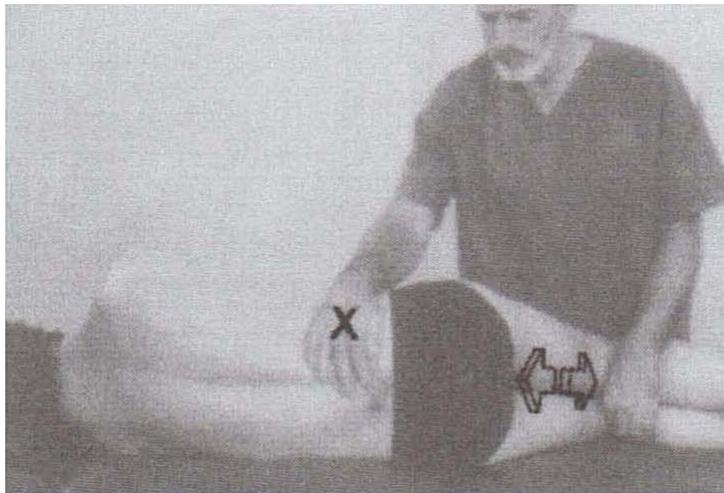


Imagen 14. Test de juego articular translatório (Fuente: Kalterbon et al., 2004)

### **2.2.3 Valoración de la movilidad articular de la cadera.**

La movilidad articular de la cadera se llevó a cabo solicitando al paciente la realización de movimientos activos de flexo-extensión, abducción-adducción y rotación interna-externa, y así valorar la cantidad de movimiento de la misma. A continuación se repitieron los mismos test de un modo pasivo para valorar la calidad de ese movimiento así como su sensación terminal (Kalterbon et al, 2004).

### **2.2.4 Valoración de la movilidad articular de la rodilla.**

Se solicitó al paciente movimientos activos de flexo-extensión y rotación interna y externa de la rodilla; estas últimas en flexión de rodilla, para valorar la cantidad de movimiento. A continuación se repitieron los mismos test de un

modo pasivo para valorar la calidad de ese movimiento así como su sensación terminal (Kalterbon et al., 2004).

### **2.2.5 Valoración de la longitud de la musculatura isquiotibial.**

Para valoración la longitud muscular de los isquiotibiales se utilizaron los siguientes test:

- **Test “sit and reach”.** Su objetivo es medir en términos de centímetros la flexibilidad de la columna lumbar y de los músculos isquiotibiales. El participante debe adoptar el sedente largo de tal manera que los pies queden apoyados sobre una superficie firme, con una mano sobre la otra, se lleva el tronco hacia adelante mientras estira, sin flexionar las rodillas, se realizan 3 ensayos, sin rebotar, se toman medidas alcanzadas por el participante identificando el punto de mayor distancia alcanzado para calificar la flexibilidad. El punto donde se colocan los pies se valorará como el cero, los centímetros que sobrepasen de ese punto se valorarán positivamente, mientras que los centímetros que falten para llegar a ella se valorarán de forma negativa. El panel sobre el que se sitúa la regla de medición tiene un tamaño de 23 centímetros hacia el sujeto. Cornbleet y Woolsey (1996) valoraron la normalidad con una valoración positiva de dos centímetros.
- **Prueba de elevación de pierna recta.** Tiene el objetivo de evaluar el grado de acortamiento de los músculos isquiotibiales. El participante en supino, la rodilla extendida y la cadera en posición neutra, se flexiona de forma pasiva la cadera hasta que el individuo refiera dolor en la región posterior del muslo, o bien, hasta que aparezca la retroversión pélvica (el miembro inferior no evaluado debe permanecer con la rodilla en extensión). En ese momento se mide con goniómetro, el grado de flexión alcanzado por la cadera (Imagen 15).



Imagen 15. Prueba elevación de la pierna recta (Fuente: Czaprowski, 2013)

- **Test de Schöber modificado.** Tiene como objetivo valorar la movilidad de la columna lumbo-sacra. El individuo en bipedestación, se marca un punto 5 cm por debajo de las espinas iliacas postero-superiores y un punto 10 cm por encima de estas. Posteriormente se pide al participante que lleve su tronco en flexión máxima y con ayuda de una cinta métrica se mide la distancia entre los dos puntos marcados. El movimiento ante una flexión completa para intentar tocar el suelo el paciente debe de conseguir aumentar en al menos 6 centímetros la medición consiguiendo un resultado de 21 centímetros (Houghton, 2010).

### 2.2.6 Útiles de valoración

- Cinta métrica: se utiliza para la medición del test de Schöber (Imagen 16).
- Goniómetro universal (Imagen 17).

Se utiliza para valorar el ángulo de flexión de cadera. Una limitación del uso del goniómetro es que la fiabilidad interexaminador es generalmente baja, con un coeficiente de correlación intraclase (CCI)  $< 0.50$ . Sin embargo, la fiabilidad intraexaminador es bastante alta, cuyo CCI es  $> 0.80$  (Roach et al., 2013).

- Cajón para el test “sit and reach” (Imagen 18).



Imagen 16. Cinta métrica (Fuente: elaboración propia).

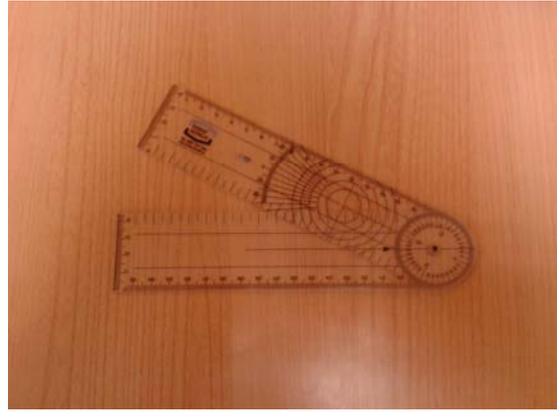


Imagen 17. Goniómetro (Fuente: elaboración propia).

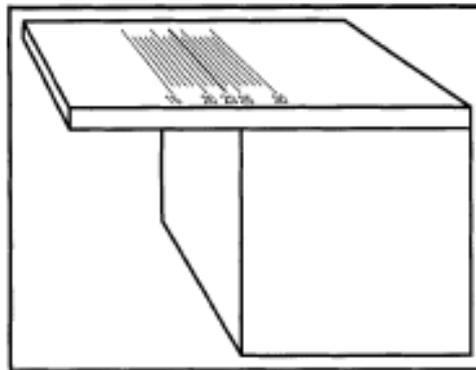


Imagen 18. Cajón Test "sit and reach" (Fuente: Woolsey (1996))

## 2.3 Exploración

### 2.3.1 Inspección estática.

En una inspección estática del paciente no se observaron alteraciones de la curvatura de la columna vertebral en ningún plano, antero-posterior ni frontal.

A nivel de la pelvis las espinas ilíacas postero superiores (EIPS) se observaron a la misma altura.

En extremidades inferiores se observó un recurvatum en la rodilla izquierda de 5 grados asintomático.

### 2.3.2 Inspección dinámica.

Se realizó el test neurodinámico para el nervio ciático descrito en material y métodos; no se observó limitación del movimiento por tensión nerviosa (Imagen 19).

Al realizar el test de movilidad lumbar, el paciente presentó una movilidad normal en todos los ejes y este no provocó ningún síntoma en el paciente.

Tras la realización del test de juego articular translatorio de la columna lumbar se observó una movilidad normal en todos los segmentos vertebrales (Imagen 20).

Al valorar la movilidad de la cadera, los resultados fueron normales no teniendo ningún déficit ni en cantidad ni en calidad del movimiento.

Igual resultado se obtuvieron al realizar la valoración de la movilidad articular de la rodilla.



Imagen 19. Test nervio ciático (Fuente: elaboración propia)



Imagen 20. Test juego articular (Fuente: elaboración propia)

En una primera valoración, los resultados obtenidos en los test a valorar en el estudio fueron los siguientes:

- Test de "sit and reach": -0,5 centímetros (Imagen 21).
- Test de elevación de la pierna recta: 60° en la pierna derecha y 71° en la pierna izquierda (Imagen 22).
- Test de Schöber modificado 22 centímetros (Imágenes 23 y 24).



Imagen 21: Test de sit and reach (Fuente: elaboración propia)



Imagen 22: Test de elevación de la pierna (Fuente: elaboración propia)

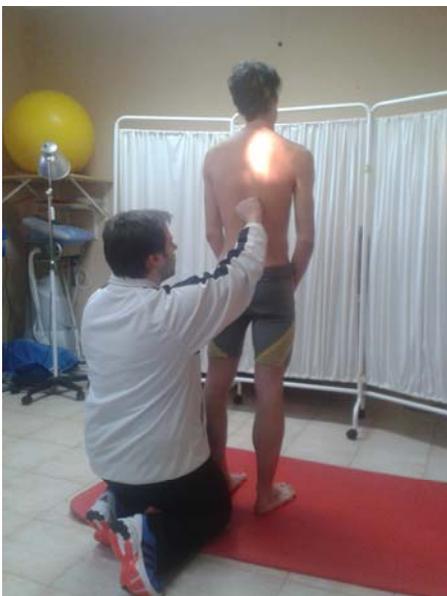


Imagen 23: Test de Schöber modificado inicio (Fuente: elaboración propia)



Imagen 24: Test de Schöber modificado final (Fuente: elaboración propia)

## 2.5 Intervención.

Se estableció un protocolo de tratamiento del cual se informó al paciente con anterioridad. A tal efecto el paciente firmó un consentimiento informado (Anexo 1). Se notificó al paciente la posibilidad de abandonar el tratamiento de forma voluntaria en cualquier momento sin justificación.

La intervención duró dos semanas en las que se realizaron dos sesiones semanales de cuarenta minutos cada una de ellas (veinte minutos en cada pierna). Se llevaron a cabo tanto las mediciones como los tratamientos en la misma franja horaria para evitar posibles cambios de resultado.

Para realizar el tratamiento se utilizó un equipo de hipertermia de Indiba modelo MD 309 (Imagen 25).



Imagen 25. Equipo de indiba utilizado. (Fuente: elaboración propia)

El protocolo de tratamiento realizado, fue el mismo en cada sesión. En primer lugar se aplicó el electrodo capacitivo durante diez minutos en la zona posterior del muslo con el paciente decúbito prono. A continuación se aplicó, del mismo modo, el cabezal resistivo durante cinco minutos. En ambas aplicaciones la placa de retorno se colocó en la parte anterior del muslo del paciente (Imágenes 26 y 27).

Por último, con el paciente decúbito supino, se aplicaron, en la cadena posterior, otros cinco minutos de tratamiento mediante el cabezal resistivo con la placa que cierra el circuito en la zona lumbar. Al mismo tiempo el paciente realizó estiramientos de la zona isquiotibial con la técnica contracción relajación ayudándose de una toalla. Para ello se le explicó que debía realizar una contracción isométrica durante 8-10 segundos seguida de un intento de aumentar el rango de movimiento. Una vez logrado el nuevo rango de movimiento, mantenerlo en torno a 35-40 segundos y volver a realizar otra contracción isométrica. El proceso se repitió durante los cinco minutos que duró el tratamiento con el cabezal resistivo en decúbito supino. Cuando el paciente no era capaz de aumentar más el rango de movimiento, se solicitaban las contracciones isométricas sin ganar movilidad (Imagen 28). Este protocolo de tratamiento se aplicó en ambas piernas.



Imagen 26. Aplicación del cabezal capacitivo en la parte posterior del muslo (Fuente: elaboración propia).



Imagen 27. Aplicación del cabezal resistivo en la parte posterior del muslo (Fuente: elaboración propia).

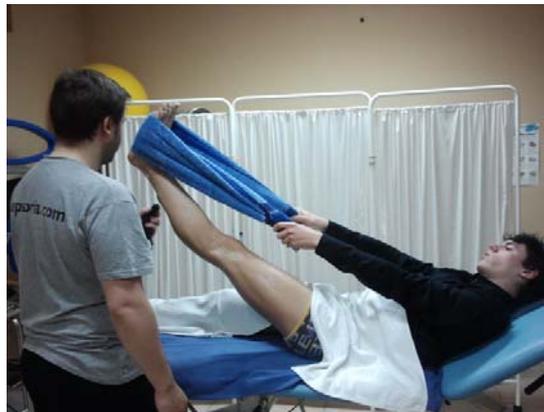


Imagen 28. Aplicación del cabezal resistivo al mismo tiempo que realiza estiramientos de la musculatura isquiotibial (Fuente elaboración propia).

Este protocolo fue facilitado por personal de INDIBA, ya que la escasez de bibliografía al respecto hacia imposible utilizar un protocolo antes validado para tal efecto.

Se revaloró al paciente mediante los mismos test de longitud muscular empleados en la exploración (Test “Sit and reach”, elevación de la pierna y Schöber). Se realizaron cuatro mediciones, la primera antes de empezar el tratamiento; la segunda una semana después; la tercera a las dos semanas y la cuarta y última a las tres semanas del inicio del tratamiento.

La secuencia de tratamientos y mediciones llevados a cabo se puede ver en el siguiente cronograma (tabla1):

	1ª SEMANA		2ª SEMANA		3ª SEMANA		4ª SEMANA	
MEDICIÓN	Lunes		Lunes		Lunes		Lunes	
TRATAMIENTO	Lunes	Jueves	Lunes	Jueves				

Tabla 1. Cronograma de mediciones y tratamientos.

### 3. Resultados.

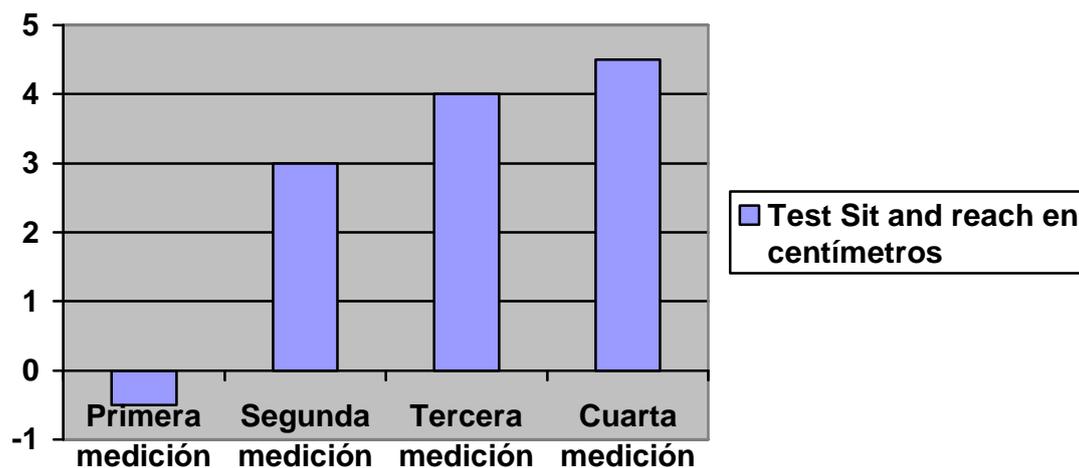
Los resultados obtenidos en las mediciones del paciente para los distintos test fueron los siguientes:

#### Test de "Sit and reach":

La medición obtenida por el paciente antes de iniciar el tratamiento fue de 14.5 centímetros. Tras la primera semana de tratamiento el resultado fue de 18 centímetros. Transcurrida otra semana la valoración de este test fue de 19 centímetros. Y en la última medición el paciente presento una medición de 19.5 centímetros (Tabla 2 y gráfica 1).

	Primera medición	Segunda medición	Tercera medición	Cuarta medición
Test Sit and reach	- 0.5 cm	3 cm	4 cm	4.5 cm

Tabla 2. Resultados test "sit and reach".



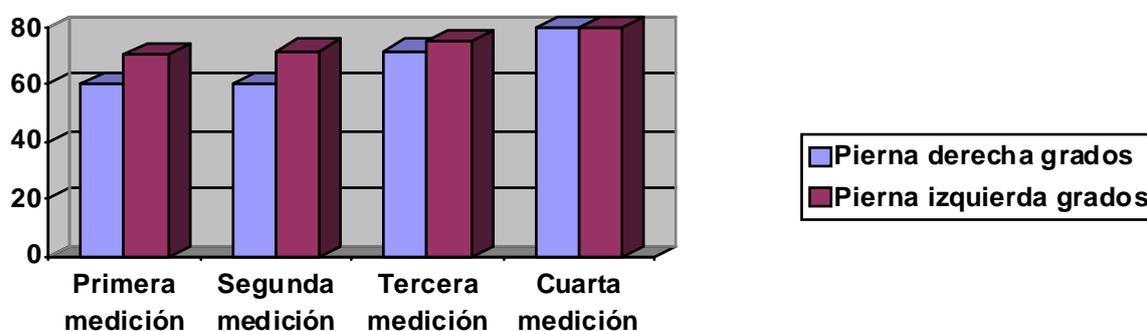
Gráfica 1: Resultados test "sit and reach"

### Prueba de elevación de la pierna recta:

Para este test se tomaron mediciones en cada pierna por separado obteniendo unos resultados que se detallan en la tabla 3 y gráfica 2:

	Primera medición	Segunda medición	Tercera medición	Cuarta medición
Pierna derecha	60°	60°	72°	80°
Pierna izquierda	71°	72°	75°	80°

Tabla 3. Resultados test de elevación de la pierna



Gráfica 2. Resultados test de elevación de la pierna.

### Test de Schöber modificado:

Los resultados en este test fueron los mismos en todas las mediciones obteniendo en todas ellas la cantidad de 22 centímetros no produciéndose ningún incremento ni disminución desde la primera valoración a la última.

#### **4. Discusión.**

La distensión de los músculos isquiotibiales es una de las lesiones más frecuentes en el ámbito deportivo (Kujala et al., 1997).

Un estudio realizado durante los mundiales de atletismo de Daegu 2011 con el objetivo de identificar las lesiones y desarrollar estrategias de prevención en el futuro y en el que participaron los 1851 atletas inscritos puso de manifiesto que la distensión de la musculatura isquiotibial es la patología más frecuente y que en un gran porcentaje de los casos (67%) conlleva la ausencia por lesión. En la mayoría de los casos, el sobreesfuerzo fue la causa de la lesión (Alonso et al., 2012).

Entre las causas más frecuentes se incluyen la falta de (o insuficiente) flexibilidad, las alteraciones o desequilibrios en la fuerza muscular o una contracción dis-sinérgica, que dan lugar a un estiramiento excesivo de la musculatura (Agré, 1985).

El estiramiento estático de la musculatura isquiotibial es una estrategia de uso común en materia preventiva, para mantener la flexibilidad y mejorar la función muscular (Worrel et al., 1994).

Existe la teoría de que el trabajo muscular en amplitud, es decir, solicitar al músculo de manera que este pueda estirarse completamente, puede ser susceptible de aumentar el número de sarcómeros en serie. Por el contrario, un trabajo muscular en amplitudes reducidas puede conllevar una disminución del número de sarcómeros, provocando así una disminución de su eficacia. Para esperar un eventual desarrollo de los sarcómeros sería aconsejable trabajar en amplitud y realizar estiramientos musculares (Cometti, 2014).

En ocasiones la práctica de una actividad física concreta o un ejercicio analítico implica la imposibilidad de trabajar en rangos de movimiento amplios o submáximos. Esto aplicado durante muchas sesiones de entrenamiento o competición puede tener como consecuencia un marcado acortamiento

muscular. Para evitarlo, o disminuirlo en la medida de lo posible, el deportista debería llevar a cabo una rutina de estiramientos. El estiramiento puede incrementar y mantener la movilidad, retrasando la progresiva rigidez y pérdida de rango de movimiento en las alteraciones musculoesqueléticas.

Se ha observado que el tratamiento para mejorar la circulación, y por lo tanto, para elevar las temperaturas de los tejidos blandos es útil para la preparación de las movilizaciones de estiramiento. Un calentamiento efectivo puede lograrse mediante la aplicación de calor superficial o profundo o, por supuesto, con la práctica de ejercicio activo. (Kaltenborn et al., 2004). El calor es, por tanto, una técnica coadyuvante eficaz a la hora de realizar estiramientos terapéuticos. Debe ser el tratamiento de elección para mejorar el rango de movimiento articular en la práctica clínica y deportiva. Los efectos del calor sobre otras propiedades mecánicas de los tejidos blandos todavía no están demostrados (Bleakley y Cotello, 2013).

El estudio llevado a cabo por Ichinoseki-Sekine et al. (2008) concluyó que la aplicación de calor mediante microonda, a distintas frecuencias, es capaz de aumentar la temperatura muscular en torno a los 41 – 45°, obteniendo la máxima temperatura a una profundidad de dos centímetros en 434 MHz. y de un centímetro con 2450 MHz.; consiguiendo un aumento del fluido sanguíneo de hasta quince veces.

Según Takahashi et al. (2000) la aplicación de hipertermia mediante Indiba con el cabezal capacitivo provoca un aumento de la temperatura de la piel justo después de aplicar el tratamiento, pero aumenta de manera notable transcurridos quince minutos después del tratamiento.

Giombimi et al. (2002) llevaron a cabo un estudio en el que comparaban la aplicación de Hipertermia, mediante corrientes de 343 MHz de frecuencia, en tendinopatías con la aplicación de ultrasonidos. Aunque ambos tratamientos conseguían un descenso de los síntomas en una Escala Analógica Visual (EVA), se constató que este era mayor con la aplicación de hipertermia.

Otro estudio llevado a cabo por Poca Días et al. (2009) en el que se utilizó la diatermia (TECAR) en individuos con tendinitis del Aquiles, bursitis trocanterea y síndrome temporomandibular concluyó que, a pesar de no haber diferencias estadísticamente significativas en los valores del dolor (escala analógica visual) y función (SF-36); existe una fuerte impresión de que tanto la tendinitis aquilea como la bursitis trocantérea mejoran con el tratamiento con diatermia.

Por otro lado, el estudio de Giombini et al. (2001) sobre los efectos de la hipertermia y los ultrasonidos en lesiones musculares también evidenció que la hipertermia producía un descenso mayor tanto en el dolor como en el hematoma.

No existe ningún estudio que utilice la hipertermia mediante TECAR/Indiba asociada a estiramientos en la musculatura isquiotibial. Tampoco existen protocolos estandarizados en cuanto al uso de esta técnica asociada a estiramientos. El protocolo de valoración y tratamiento utilizado en el caso clínico fue facilitado por la propia empresa que ha desarrollado la técnica.

El estudio en el que se basan los principios de la hipertermia mediante Indiba realizado por Mondardini et al. ha sido cedido por la misma empresa, así como gran cantidad de bibliografía que no se encuentra publicada. Estos datos hay que tomarlos con cautela ya que la propia empresa no hará públicos estudios dirigidos por ella con resultados negativos ya que generarían un conflicto de intereses.

El test "sit and reach" tiene una moderada validez cuando se utiliza para reflejar la longitud del músculo (Cornbleet y Woolsey, 1996). Hay factores antropométricos que pueden modificar los resultados de un sujeto a otro. Así personas que presenten una mayor o menor longitud de las extremidades inferiores obtendrán resultados diferentes presentando una movilidad lumbar o isquiotibial similar. Del mismo modo ocurriría con las extremidades superiores. Otro aspecto que puede determinar cambios en los resultados de este test es la abducción escapular que dependiendo del sujeto valorado puede modificar los resultados del test entre tres y cinco centímetros.

Cornbleet y Woolsey (1996) observaron variaciones en la musculatura valorada mediante el test en función del sexo del sujeto valorado, presentando mayor acortamiento muscular los hombres.

En este test el sujeto valorado presenta un aumento de movilidad entre la primera y la segunda medición. En las siguientes mediciones sigue mostrando una mejoría pero en menor proporción. Esto puede sugerir que en condiciones de gran acortamiento presente una mayor eficacia que en condiciones que se acercan a un rango alto de movimiento.

El test de Schöberg a pesar de su buena fiabilidad, no es capaz de detectar cambios muy pequeños (Robinson y Mengshoel, 2013). Esta causa puede motivar que las mediciones obtenidas en este estudio no presentasen ningún cambio.

En la prueba de elevación de la pierna el sujeto muestra unos valores bastante diferentes de partida. Se observa que tras la primera medición solo se produce mejoría y muy escasa en la pierna con mayor rango. Mientras que entre la segunda medición y la tercera se produce una gran mejora en la pierna que presentaba menor movilidad inicial. El resultado final muestra un rango de movilidad similar en ambas piernas. Esto indica que la mejora aunque más lenta acabó siendo mucho mayor en la pierna que presentaba menor movimiento inicialmente.

Estos resultados deben tomarse con cautela ya que existen vertientes que creen que un aumento en los valores del test de elevación de la pierna recta no son debidos al aumento de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial sino más bien al aumento de la movilidad de la región lumbar. Si bien es cierto que la única actuación llevada a cabo sobre el sujeto se realizó en la musculatura posterior de la pierna por lo que los cambios producidos se deberían justificar por una modificación de esa musculatura.

Hubiese sido interesante realizar, además del trabajo de hipertermia junto con estiramientos, algún test de fuerza y de resistencia muscular con el objetivo de valorar si estos parámetros, muy importantes para la práctica deportiva, se hubiesen visto modificados mediante el tratamiento pautado.

## **5. Conclusiones.**

El tratamiento mediante hipertermia en la musculatura isquiotibial ha sido capaz de aumentar la flexibilidad de dichos músculos tras cuatro sesiones de tratamiento.

Por esto se puede afirmar que, en este caso clínico, el tratamiento mediante hipertermia en una musculatura isquiotibial ha sido efectivo, a corto plazo, para conseguir un rango de movimiento mayor tanto en el test sit and reach como en el de elevación de la pierna.

Nuevos estudios de mayor duración y un tamaño muestral adecuado serian necesarios para evaluar la verdadera eficacia de la técnica.

## 6. Bibliografía

Agre JC. Hamstring injuries: proposed aetiological factors, prevention, and treatment. *Sports Med.* 1985;2:21–33.

Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, Adams B, Depiesso F, Mountjoy M. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAFF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med* 2012;46:505–514.

Alter MJ. Manual de estiramientos deportivos. Quinta edición. Madrid; Ediciones tutor, 1999.

Basmajian JV, De Luca CJ. Muscles alive: their functions revealed by electromyography. Quinta edición. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

Bleakley CM, Costello JT. Do thermal agents affect range of movement and mechanical properties in soft tissues? A systematic review. 2013 ;94:149-63.

Czaprowski D, Leszczewska J,<sup>1</sup> Kolwicz A,<sup>1</sup> Pawłowska P,<sup>1</sup> Kędra A, Janusz P, Kotwicki T. The Comparison of the Effects of Three Physiotherapy Techniques on Hamstring Flexibility in Children: A Prospective, Randomized, Single-Blind Study. *PLoS One.* 2013; 8: e72026.

Cometti G. Métodos modernos de musculación. Cuarta edición. Barcelona; Editorial paidotribo, 2014.

Cordova A. Fisiología dinámica. Barcelona; Editorial Masson, 2003.

Cornbleet SL, Woolsey NB. Assessment of Hamstring Muscle Length in School-aged Children Using the Sit-and-Reach Test and the Inclinator Measure of Hip Joint Angle. *PHYS THER.* 1996; 76:850-5.

Edouard P, Depiesse F, Branco P, Alonso JM. Analyses of Helsinki 2012 European Athletics Championships Injury and Illness Surveillance to Discuss Elite Athletes Risk Factors. *Clin J Sport Med*. 2013 Dec 9 [Epub ahead of print].

Gantchev GN, Draganova N. Muscular synergies during different conditions of postural activity. *Acta Physiol Pharmacol Bulg*. 1986;12:58-65.

Giombini A, Di Cesare A, Casciello G, Sorrenti D, Dragoni S, Gabriele P. Hyperthermia at 434 MHz in the treatment of overuse sport tendinopathies: a randomised controlled clinical trial. *Int J Sports Med*. 2002 Apr;23:207-11.

Giombini A<sup>1</sup>, Casciello G, Di Cesare MC, Di Cesare A, Dragoni S, Sorrenti D. A controlled study on the effects of hyperthermia at 434 MHz and conventional ultrasound upon muscle injuries in sport. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001 Dec;41:521-7.

Houghton KM. Review for the generalist: evaluation of low back pain in children and adolescents. *Pediatr Rheumatol Online J*. 2010; 8: 28.

Ichinoseki-Sekine N, Naito H, Saga N, Ogura Y, Shiraishi M, Giombini A, et al. Effects of Microwave Hyperthermia at Two Different Frequencies (434 and 2450 MHz) on Human Muscle Temperature. *J Sports Sci Med*. 2008 March; 7: 191–193.

Kaltenborn FM, Evjenth O, Kaltenborn TB, Morgan D, Vollowitz E. *Fisioterapia manual extremidades*. Segunda edición. Madrid; Mc Graw-Hill, 2004.

Kujala UM, Orava S, Jarvinen M. Hamstring injuries: current trends in treatment and prevention. *Sports Med*. 1997;23:397– 404.

Oddsson L, Thorstensson A. Fast voluntary trunk flexion movements in standing: motor patterns. *Acta Physiol Scand*. 1987;129:93-106.

Okada M. An electromyographic estimation of the relative muscular load in different human postures. *J Hum Ergol.* 1973;1:75-93.

Poca Días V, Foraster Lloret R, Ramón Rona S, González Lagunas J, Santos C, García Furxtuoso FJ. Multicentre, randomised, controlled study of the efficacy and safety of treatment with regenerative diathermy in achilles tendinitis, trochanteric bursitis and temporomandibular syndrome. *Clin Rheumatol.* 2009; 5.

Putz R, Pabst R. Sobotta Atlas de anatomía humana. Tomo 2. Tronco, vísceras y miembro inferior. Vigésimoprimera edición. Madrid; Médica Panamericana, 2005.

Roach S, San Juan JG, Suprak DN. Concurrent validity of digital inclinometer and universal goniometer in assessing passive hip mobility in healthy subjects. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8:680-8

Robinson HS, Mengshoel AM. Assessments of Lumbar Flexion Range of Motion: Intertester Reliability and Concurrent Validity of Two Commonly Used Clinical Tests. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013 Nov 18. [Epub ahead of print]

Takahashi K, Suyama T, Takakura Y, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Zhong-Shi L. Clinical effects of capacitive electric transfer hyperthermia therapy for cervico-omo-brachial pain. *J. Phys. Ther.Sci.* 2000;12: 43-8

Travell JG, Simons DG. Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo. Volumen 2. Extremidades inferiores. Primera edición. Madrid; Médica Panamericana, 2004

Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20: 154–159.

Xhardez Y. Vademécum de kinesiología y de reeducación funcional: técnicas, patologías e indicaciones de tratamiento. Cuarta Edición, segunda reimpresión. Buenos Aires; El Ateneo, 2002.

**Artículos pendientes de publicación proporcionados por la empresa Indiba.**

Mondardini P, Tanzi R, Verardi L, Briglia S, Maione A, Drago E. Novel methods for the treatment of muscle trauma in athletes.

## ANEXO I

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado Sr/Sra:

Ha sido Vd. Invitado a participar en un estudio de caso que supone INVESTIGACIÓN.

La lectura de este documento y su conformidad con el mismo, una vez solventadas por su fisioterapeuta todas las dudas que puedan surgir, permitirá su inclusión en el mismo.

Este trabajo, bajo el título:

#### **EFICACIA DEL USO DE LA HIPERtermIA EN EL ESTIRAMIENTO MUSCULAR EN EL ÁMBITO DEPORTIVO. Caso clínico.**

Se fundamenta en la hipótesis de que al aplicar una corriente que produce hipertermia se pueda conseguir una mejor flexibilidad muscular con el fin de evitar lesiones y mejorar el rendimiento deportivo.

Para poder participar debe ser mayor de 18 años, no tener enfermedades que contraindiquen la realización de la técnica.

No podrá, durante todo el ensayo, modificar su pauta de tratamiento con fármacos que puedan alterar los resultados.

**Desarrollo del ensayo:**

A partir del momento de la firma de este consentimiento, Vd. podrá considerarse incluido en el estudio.

El estudio se realizará en el centro de alto rendimiento C.A.E.P Soria. Allí se llevarán a cabo las sesiones de tratamiento y de valoración, durante aproximadamente un mes, dos por semana. La duración de las sesiones será aproximadamente 50 minutos.

**Confidencialidad:**

Sus datos se mantendrán en la confidencialidad durante todo el ensayo y tras el mismo.

**Inconvenientes para usted:**

Los desplazamientos al centro y las visitas ocuparán su tiempo. Los desplazamientos no le serán reembolsados ni percibirá remuneración alguna por el estudio.

**Ventajas para usted:**

Puede beneficiarse, sin costo, de un método que se cree puede ser eficaz para la prevención de lesiones en el ámbito deportivo.

En cualquier momento, y sin justificación puede abandonar el estudio.

Colaborará con el avance de la investigación y permitirá que su experiencia sea útil para muchas personas.

**Aceptación:**

He leído detenidamente este consentimiento informado, he preguntado al fisioterapeuta responsable de mi tratamiento todas las dudas y cuestiones que he estimado pertinentes y he sido respondido a mi satisfacción, por lo que presto mi consentimiento para ser incluido en este estudio de investigación.

**Sección de firmas:**

Paciente Sr/Sra.

Fecha de nacimiento:

DNI:

Dirección:

Teléfonos de contacto:

Fisioterapeuta:

Número de colegiado:

Soria, de de 2013

Fdo.