

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE VITORIA**



Universidad  
Francisco de  
Vitoria

**UFV** Madrid

**FISIOTERAPIA**

**MODIFICACIONES POSTUROGRÁFICAS  
INMEDIATAS DEL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL  
PLANO SAGITAL TRAS LA APLICACIÓN DE  
KINESIOTAPE LUMBAR**

**Luis Felipe Cucurella Vidal**

**Pozuelo de Alarcón, mayo de 2015**



**MODIFICACIONES POSTUROGRÁFICAS  
INMEDIATAS DEL CENTRO DE GRAVEDAD EN EL  
PLANO SAGITAL TRAS LA APLICACIÓN DE  
KINESIOTAPE LUMBAR**

**Autor:** Luis Felipe Cucurella Vidal

**Tutor:** Sandra Sánchez Jorge

**Tutor:**

**Autor:**

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**TRIBUNAL EVALUADOR**

**Vocal**

**Presidente**

**Secretario**

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Fdo:** \_\_\_\_\_

**Fecha lectura:** \_\_\_\_\_



## AGRADECIMIENTOS

Respecto a este trabajo, primero, gracias a la Doctora Sandra Sánchez Jorge, tutora de este estudio, por haberme apoyado desde el comienzo de este, y darme la libertad, entusiasmo y mucha fuerza para sacarlo adelante.

A Don Álvaro Moraleda Ruano por su colaboración en el presente estudio.

A todos los voluntarios que participaron en este estudio, por su colaboración desinteresada. Sin ellos no hubiera sido posible.

Sobre estos cuatro años de estudios, en primer lugar, mis más profundos agradecimientos a Don Pablo Terrón Manrique, y Don Eric Lazar por su apoyo en todo momento, y en especial en aquellos más delicados. Por haberme dado la oportunidad de conocer y trabajar con gente maravillosa, y conocer un ambiente de convivencia espectacular.

A Doña Gemma Sanguino por todo el cariño y por hacernos más fácil el día a día., y a Doña Mercedes Franco por ayudarme a conocer la vida universitaria tal y como es... ¡y lo que cuesta hacerla!

A mis compañeros por haber compartido estos años de carrera que jamás olvidaré.

A todos ellos, muchas gracias.

*“Negvgelay tañi wiraf kawej”*. (No está inquieto el caballo al galopar).

Proverbio Mapuche.

**A mis padres, a Martín y a Inés,  
porque sin ti todo esto no sería posible.**

# Índice

## **Índice**

RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	13
Kinesiotape .....	13
Recuerdo anatómico zona lumbar .....	21
Postura y equilibrio .....	33
Posturografía .....	36
Justificación .....	38
HIPÓTESIS .....	42
Hipótesis nula .....	42
Hipótesis alternativa .....	42
OBJETIVOS .....	42
SUJETOS, MATERIALES Y METODOS .....	45
Diseño:.....	45
Consideraciones éticas .....	45
Sujetos del estudio.....	47
Aleatorización .....	47
Grupos .....	48
Grupo experimental (EX): .....	48
Grupo placebo (PL):.....	48
Variables del estudio.....	48
Independientes .....	48
Personales.....	49
Dependientes.....	50
Descripción de las técnicas utilizadas .....	53
Grupo experimental .....	53
Grupo placebo .....	54
Material de la técnica de tratamiento .....	54
Evaluador e interventor .....	55
Medición de peso y estatura .....	55
Evaluaciones del centro de gravedad.....	56
Procedimiento de obtención de datos.....	56

RESULTADOS.....	60
DISCUSIÓN.....	72
Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación .....	74
CONCLUSIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	79
Anexo I: Índice de ilustraciones.....	84
Índice de ilustraciones.....	85
Anexo II: Índice de gráficos .....	87
Índice de gráficos .....	88
Anexo III: Índice de tablas .....	89
Índice de tablas.....	90
Anexo IV: Consentimiento informado .....	91
CONSENTIMIENTO INFORMADO TRABAJO DE FIN DE GRADO.....	92
Anexo V: Hoja informativa para el paciente.....	93
HOJA INFORMATIVA PARA EL PACIENTE.....	94
Anexo VI: Índice de abreviaturas.....	95

## RESUMEN

El estudio pretende determinar los efectos posturográficos inmediatos de la aplicación de kinesiotape de forma bilateral sobre la musculatura paravertebral lumbar en la velocidad de balanceo y alineamiento en el plano sagital del centro de gravedad en sujetos sanos. La literatura sobre los efectos posturográficos del kinesiotape en la zona lumbar en sanos es escasa, y considerando estudios con efectos beneficiosos en la estabilidad, es interesante conocer estos datos. El presente es un estudio piloto con un diseño de ensayo clínico experimental aleatorizado con placebo simple ciego. Veinte sujetos fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos: uno experimental ( $20 \pm 1,63$  años; 6 hombres y 4 mujeres), que se les aplicó kinesiotape en la zona lumbar, y uno placebo ( $22,1 \pm 4,04$  años; 7 hombres y 3 mujeres), se les aplicó una tira de 20 cm vendaje placebo transversal a la altura de L2. Se recogieron valores de la velocidad de balanceo (V) y del alineamiento del centro de gravedad en el plano sagital (COG-Y) antes (PRE), inmediatamente después de la aplicación (POST), y a la hora de la aplicación del kinesiotape (POST1H) con ojos abiertos (OA) y con ojos cerrados (OC), con una plataforma de posturografía Neurocom Basic Balance Master. Pese a que tanto el análisis ANOVA como el T-Test no arrojaron ningún resultado estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ), sí existieron modificaciones tanto de COG-Y como de V. En COG-Y, en la condición OA, el grupo experimental no mostró cambios hasta la evaluación POST1H, en la que se posteriorizó. En cuanto al grupo placebo, éste registró un adelantamiento del COG-Y en POST, y en POST1H se registró una posterioridad. En la condición con OC, el grupo placebo se comportó de forma bastante similar, aunque más posterior, en contraste al grupo experimental que se hizo posterior en POST y volvió a valores basales en POST1H. Además, hubo una disminución de V en el grupo experimental en la condición OA en POST y una tendencia a volver a los valores basales en POST1H, frente a un aumento de V en POST y una tendencia al mantenimiento de los valores en POST1H. Por el contrario, en la condición OC, el grupo experimental tiene un aumento progresivo en POST y POST1H, frente a un descenso de V en el grupo placebo en la evaluación POST, con una tendencia a volver a los valores basales. Se concluye que a pesar de no existir datos significativos intragrupo e intergrupo, existe variación en ambos valores tanto con ojos abiertos como con ojos cerrados. Se requiere seguir investigando para llegar a resultados concluyentes.

**Palabras clave:** Región lumbar, oscilación postural, voluntarios sanos, adultos jóvenes posturografía, kinesiotape, centro de gravedad

## ABSTRACT

This study aims to determine the immediate posturographic effects of bilateral kinesiotape application on the low back spinal muscles in the sway velocity (V) and the alignment in the sagittal plane (COG-Y) of the centre of pressure. The literature on the posturographic effects of lower back kinesiotape in healthy subjects is poor, and considering studies with beneficial effects on the stability, it would be interesting to get this information. This is a pilot study based on a placebo controlled single blinded randomized clinical trial design. Twenty subjects were randomized into two groups: experimental ( $20 \pm 1,63$  Years old; 6 men and 4 women), which were applied two kinesiotape stripes along the low back, and one placebo group ( $22.1 \pm 4.04$  years; 7 men and 3 women), we applied a single 20 cm kinesiotape placebo strip without tension, side to side up to L2. V and COG-Y values were collected with a Neurocom Basic Balance Master posturography platform, before (PRE), immediately after application (POST), and at one hour after the application of kinesiotape (POST1H), all with two conditions: eyes opened (OA) and eyes closed (OC). Although both ANOVA and t-test showed no statistically significant result ( $p > 0.05$ ), there were some changes at COG-Y and V values. In COG-Y, in OA condition, the experimental group showed no changes until the POST1H evaluation, where it was posterior. The placebo group showed an anterior COG-Y at POST, and subsequently recorded a backwards position in POST1H. In the OC condition, the placebo group behaved quite similar, although more back, in contrast to the experimental group went backwards at POST and returned to baseline in POST1H. In addition, there was a decrease of V in the experimental group in POST in OA condition and a tendency to return to baseline in POST1H, compared with an increase of V POST and a tendency to maintain the values in POST1H of the placebo group. By contrast, in the OC condition, the experimental group had a progressive increase in POST and POST1H, against a decrease of V in the placebo group in the POST evaluation, with a tendency to return to baseline. We conclude that despite the absence of intragroup and intergroup significant data, there are changes in both values with both eyes open and with eyes closed. Further research is required to reach conclusive results.

**Keywords:** Lumbar region, postural balance, healthy volunteers, young adults, stabilometry, kinesiotape, center of pressure.

# **Introducción**

# INTRODUCCIÓN

## **Kinesiotape**

### Historia

El kinesiotaping es una técnica terapéutica creada por el Dr. Kenzo Kase, basada en los procesos naturales de autocuración del cuerpo inducidos o facilitados mediante la aplicación de un esparadrapo elástico de características especiales. Con sus bases sentadas en los años setenta en Corea y Japón y con principios de la quiropraxia y la kinesiología y la premisa de que el movimiento y la actividad muscular son la base de una buena salud(1,2), se creó este método que, con el que buscando diferentes objetivos, se pueden lograr iguales efectos que se describen más adelante.

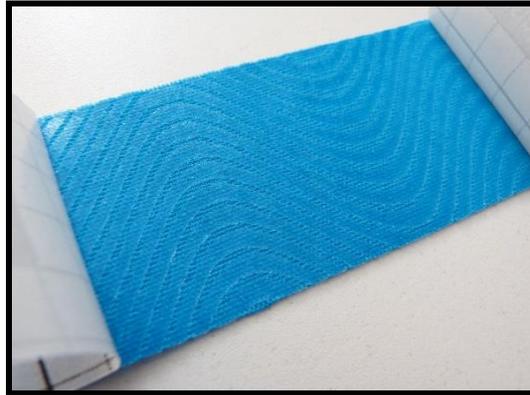
Una vez probado el método por el equipo olímpico de Japón de voleibol en los años ochenta, y debido a su efectividad en el mantenimiento preventivo, no tardó en expandirse a otros deportes y otros países y continentes(1), llegando a Europa a finales de los noventa de la mano del ex futbolista profesional holandés Alfred Nijhuis, ganando a su vez mucha popularidad a nivel mundial(2).

### El esparadrapo

El esparadrapo (en adelante KT) está fabricado de algodón, elástico en sentido longitudinal, con una capa de pegamento hipoalergénico (no obstante hay personas que pueden tener reacciones alérgicas leves) aplicado en el algodón con un patrón específico (Ilustración 1) con el objetivo de permitir la ventilación normal de la piel. La capacidad elástica del KT es de un 140%, igualando la elasticidad de la piel, así también como su

grosor y peso son comparables. Hay que tener en cuenta que el KT está adherido al papel con una tensión pre-definida de un 10% (2).

La presentación comercial más común del KT es de rollos de colores de 5 cm de ancho y 5 metros de longitud, pero también existen rollos de 1cm hasta 7,5cm de ancho.



*Ilustración 1 Patrón ondulatorio del pegamento en el esparadrapo.*

La cromoterapia en el Kinesio Taping es herencia de su origen oriental, donde se le otorga una gran importancia a las energías que atraen los colores, sin variar las propiedades elásticas del esparadrapo. Tradicionalmente los colores más utilizados en este método son el azul claro, el rosa el negro y, el beige, teniendo diferentes efectos que se denominan en la Ilustración 2. Se debe mencionar que el factor crítico y más importante de esta metodología es la técnica de aplicación de KT, y que el color ha sido adoptado como un aspecto positivo adicional (3).

El color rosa se considera como activador y estimulante, mientras que el color azul es calmante y frío. Negro y beige son clasificados como neutrales o indiferentes (3).

El efecto del color, por ejemplo, al entrar en una habitación es bien conocido. Si las paredes están pintadas de un tono azul, las sensaciones experimentadas por quien está en esa habitación serán diferentes a las que experimentará si entra en una habitación pintada de rojo. Esto es igualmente válido para el vendaje neuromuscular, y sus aplicaciones (3).

Si el terapeuta aplica kinesiotape rosa sobre una musculatura hipertónica o una estructura inflamada, la mayoría de los pacientes reaccionará con más estimulación e incomodidad. En contraste, el color azul tiene un efecto calmante. Se debería tomar en consideración este efecto. Por lo tanto, las aplicaciones de K-Tape se llevan a cabo de manera que el vendaje rosa se utiliza para estimular estructuras con déficit de energía y débiles, para tratamientos musculares que buscan aumentar el tono. El tape azul se utiliza para calmar las estructuras inflamadas o más irritadas (3).



*Ilustración 2: Cromoterapia y sus efectos.*

*Fuente: [http://www.ortoweb.com/blogortopedia/wp-content/uploads/2013/07/kinesiotape\\_3.jpg](http://www.ortoweb.com/blogortopedia/wp-content/uploads/2013/07/kinesiotape_3.jpg) (4).*

## Bases y el método

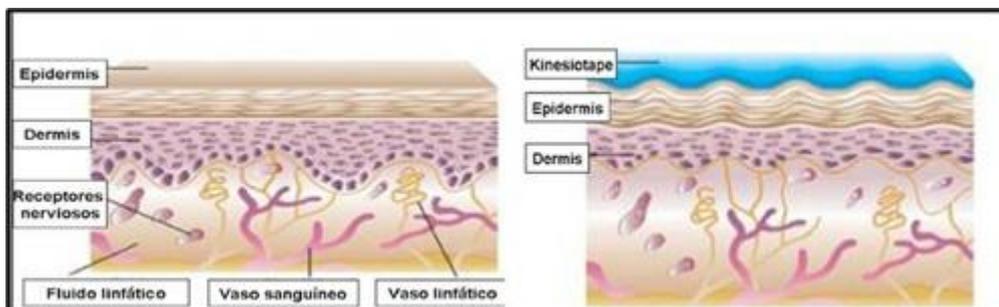
Los músculos no solo son necesarios para el movimiento, sino también influyen sobre la circulación sanguínea, linfática y en la temperatura corporal, por lo tanto, si un músculo no está en sus condiciones óptimas o tiene una función defectuosa, podrá provocar diferentes tipos de alteraciones no solo posturales o de movimiento, sino una serie de molestias y lesiones (1,2).

Los músculos se contraen y estiran constantemente con un rango normal, pero tras un sobreestiramiento o una contracción excesiva, los músculos no pueden recuperarse de forma normal y generan inflamación, acumulación de sustancias o puede quedar una contracción mantenida de algunas fibras musculares, y producto de estos efectos hay una activación de nociceptores subcutáneos, enviando “señales de incomodidad” al cerebro, experimentando mialgia (1).

La aplicación de KT mejora la función muscular dando un apoyo a la musculatura sin restringir el movimiento (5). Al aplicarse el KT de manera que la piel esté en mayor tensión que el esparadrapo en el momento de la aplicación, al volver a una posición normal, el vendaje provocará unas convoluciones junto con la piel (Ilustración 3), lo que aumenta el espacio subcutáneo junto con mejorar la circulación sanguínea y linfática, mejorando así la nutrición de los tejidos. También, al descomprimir este espacio se liberan de tensión los baroreceptores y nociceptores superficiales, dando un estímulo al SNC de que la piel en esta zona está menos tensa. Además de esto, se pueden lograr diferentes objetivos/efectos, tales como (2):

- Analgesia.
- Regulación del tono muscular.

- Mejora de la función articular.
  - Estimulación de la propiocepción.
  - Corrección de la posición articular.
  - Corrección de la dirección del movimiento.
  - Aumento de la estabilidad.
- Aumentos de espacio y estimulación de la circulación sanguínea y drenaje linfático.
- Mecanismo neuroreflejo.



*Ilustración 3: Acción subcutánea del KinesioTaping.*

*Fuente: <http://www.kineweb.es/funcionakinesiotape.jpg> (6.)*

### Modo de aplicación

Existen unas pautas generales independientemente de la técnica a realizar(2):

- Piel limpia, seca y sin grasas (no haber utilizado cremas). En caso contrario, se debería limpiar con alcohol de 75° la zona a vendar.
- Idealmente aplicar directo sobre la piel, pero si hay vello, hay que asegurarse que este se adhiera bien a la piel y no tire del vello. Si el vello es excesivo, esta zona se debe rasurar o depilar previamente.

- Pese a que la teoría indica que la forma más fácil de despegar el vendaje del papel es tirando de él con el dedo (2), a la hora de la práctica, la precaución que hay es de intentar no tocar el pegamento para que este no pierda propiedades adherentes.
- Las bases y los anclajes se aplican sin estirar ni el esparadrapo ni la piel.
- Evitar pliegues en el esparadrapo o en la piel.
- Después de aplicar el esparadrapo, hay que frotarlo un poco para que este aumente un poco la temperatura y mejore la adherencia del tape a la piel. Si se despegaba de la piel una vez frotado, este no volverá a pegar.
- El vendaje pega mejor cuando se calienta, por lo que no es recomendable aplicar fuentes externas de calor.
- A pesar de ser hipoalergénico, pueden aparecer picores durante 10 a 20 minutos debajo del esparadrapo. Si estos picores superaran los 30 minutos, el vendaje deberá ser retirado.
- Para retirar el esparadrapo debe retirarse con cuidado, mojándolo previamente y tensando la piel.

### Contraindicaciones

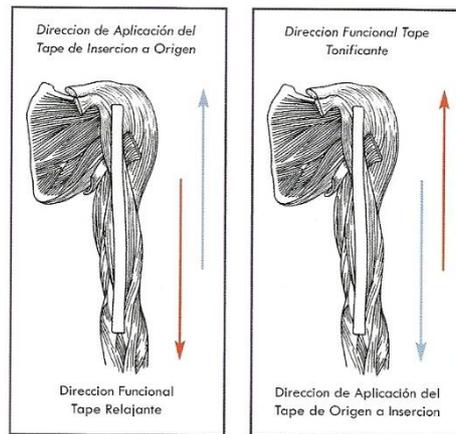
Al tratarse de una técnica joven, no hay mucha información sobre las posibles contraindicaciones, pero se pueden nombrar algunas absolutas y relativas en base a sentido común(2) y de forma preventiva:

- **Trombosis**
- **Heridas**

- **Traumas severos:** no iniciar el tratamiento con KT antes del diagnóstico completo
- **Edema general:** en caso de edemas renales o cardíacos, no se debe aumentar la circulación
- **Carcinomas:** en la zona a tratar
- **Embarazo:** puede influir en el útero por relaciones segmentarias
- **Resistencia:** si empieza a irritar o incomodar se debe reajustar el tratamiento, y si esto no da ninguna mejoría, se debe detener el tratamiento
- **Falta de resultados:** si no hay resultados tras dos aplicaciones, hay que controlar, revisar la técnica y reajustar el tratamiento
- **Alteraciones de la piel:** la piel muy fina o frágil, se puede dañar cuando se retira el KT
- **Diabetes:** no es realmente una contraindicación, sino un aspecto a tener en cuenta. se ha visto en la práctica que el uso de KT puede elevar la necesidad de insulina (2).

#### Técnica muscular: ¿Relajar o tonificar?

Dentro de las técnicas que se utilizan en kinesiotaping, está la técnica muscular (técnica utilizada en este trabajo), la que se puede poner con dos objetivos: tonificar o relajar una musculatura, buscando regular el tono. Para la primera el tape lleva una dirección del tape es de origen a inserción del músculo, y por el contrario, para relajar una musculatura, esta va de inserción a origen (2) (Ilustración 4).



*Ilustración 4: Efectos del KinesioTape en la técnica muscular según la dirección de aplicación.*

*Fuente: Sijmonsma J. Taping Neuro Muscular: manual. Cascais: Aneid Press; 2007 (2).*

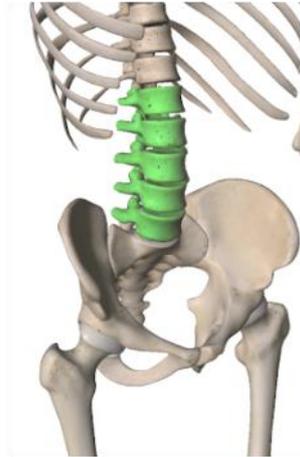
Para la aplicación correcta de una técnica muscular, las bases se aplican sin estirar y con el cuerpo en una posición neutral, luego se debe estirar la piel sobre el músculo a tratar y se pegan las tiras sobre o alrededor del músculo a tratar con la tensión previa de 10% del esparadrapo en el papel (técnica de papel quitado). Después, los anclajes se ponen con el cuerpo en posición neutra. Por la dirección de pegado, al parecer, el esparadrapo genera una tracción de la piel hacia las bases, y por la diferencia de tensión de la piel y el esparadrapo, se provocan unas ondulaciones o “convoluciones” cuando el cuerpo está en posición neutra (2) (Ilustración 5).



*Ilustración 5: Convoluciones producidas por el kinesiotape.*

### **Recuerdo anatómico zona lumbar**

La columna lumbar está conformada por las cinco vértebras lumbares, y se encuentra entre las charnelas toracolumbar y lumbopelvica con una curvatura lordótica (convexidad anterior) (Ilustración 6). Los la altura de los discos intervertebrales es de aproximadamente  $\frac{1}{3}$  del cuerpo vertebral, y la orientación en el plano sagital de las carillas articulares deja un menor margen para los movimientos de rotación y lateroflexión, frente a una mayor libertad para la extensión y flexión. Los cuerpos vertebrales de las primeras vértebras lumbares presentan una forma de riñón para dar mayor amplitud al canal medular, y en las ultimas es más elíptico ya que solo debe dejar paso a las raíces nerviosas de la cola de caballo, dejando así una mayor superficie en el cuerpo vertebral para una mejor capacidad móvil y de carga lumbar (también en relación a la cantidad de estructuras ligamentosas) para una buena dinámica y estática de este segmento (7).



*Ilustración 6: Columna lumbar in situ.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

De los 110° de flexión total de la columna, 60° son realizados por la columna lumbar, y 35° de los 70° de extensión (7).

Las articulaciones lumbares que son sometidas a mayor carga y tensión en posición bípeda y en movimientos de flexión de columna son L5-S1 y L4-L5 (en menor medida) (7).

#### Características generales de las vértebras lumbares(Ilustración 7): (7,9)

- *Cuerpo Vertebral:* de forma arriñonada, más amplio en plano sagital, más ancho que alto, contorno excavado excepto en su cara medular, donde es casi plano.
- *Láminas:* altas, en dirección posteromedial y con inclinación hacia caudal y lateral.
- *Apófisis espinosas:* gruesa, rectangular hacia posterior y tu extremo engrosado.

- *Apófisis transversas*: vestigios de costillas. Se dirigen hacia posterior y lateral.
- *Pedículo*: en la cara posterior del cuerpo vertebral, forma los límites de los agujeros de conjunción.
- *Apófisis articular superior*: en la unión de la lámina y el pedículo, su plano es oblicuo hacia posteromedial.
- *Apófisis articular inferior*: cerca de la unión de la lámina y la espinosa. Su plano se orienta hacia lateral y anterior.



*Ilustración 7: Vista lateral, superior y posterior de la vértebra L3.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (17).*

#### Características particulares (7,9)

- La apófisis transversa de L1 es más pequeña que las del resto.
- El cuerpo de L5 es más alto por anterior que por posterior.
- Apófisis articulares inferiores de L5 están más separadas.

#### Sistema ligamentario (7,9)

- *Ligamento longitudinal común anterior*: es un potente ligamento que va desde el tubérculo anterior del atlas hasta el sacro, adherido a la cara

anterior de los cuerpos vertebrales, dejando libres a los discos y limita la extensión (Ilustración 8).

- *Ligamento longitudinal común posterior*: este ligamento se inserta en la pared posterior del disco, donde se ensancha para reforzarlo, y está libre en los cuerpos vertebrales. Se tensa en la flexión y se repliega en la extensión. Es más estrecho y débil en la zona lumbar y cervical, lo que explicaría algunas lesiones (Ilustración 8).



*Ilustración 8: Ligamento vertebral común anterior y posterior pasando por L2, L3 y L4.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014. (8).*

- *Ligamento amarillo*: ligamento muy elástico y espeso que une las láminas y limita los movimientos de las articulaciones interapofisiarias (Ilustración 9).
- *Ligamento intertransverso*: une las apófisis transversas limitando la lateroflexión (Ilustración 9).



*Ilustración 9: Ligamentos amarillo e interespinoso en la zona lumbar.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014. (8).*

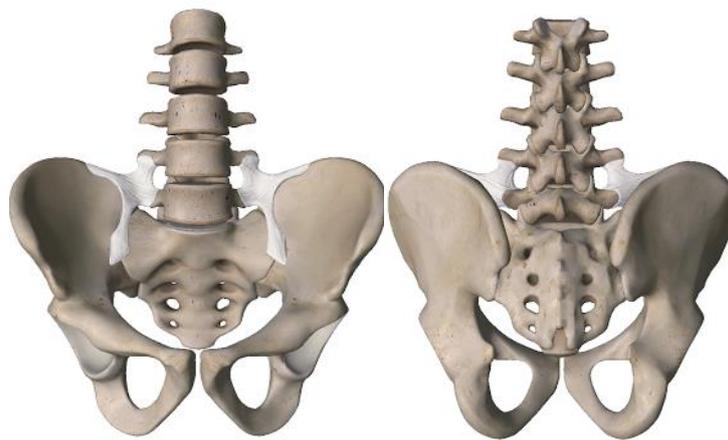
- *Ligamento interespinoso*: importante ligamento que da estabilidad al raquis. Une las apófisis espinosas entre ellas limitando los movimientos de flexión (Ilustración 10).
- *Ligamento supraespinoso*: es superficial, uniendo a lo largo todas las apófisis espinosas. Es palpable y limita la flexión (Ilustración 10).



*Ilustración 10: Ligamentos interespinoso y supraespinoso en la zona lumbar.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014. (8).*

- *Ligamentos iliolumbares*: unen L4 y L5 con el hueso iliaco, y consta de dos fascículos.
  - *Fascículo superior*: o iliotransverso lumbar superior, va de la apófisis transversa de L4 a la cresta iliaca. Limita la lateroflexion y flexión.
  - *Fascículo inferior*: o iliotransverso lumbar inferior, va desde las apófisis transversas de L5 a la cresta iliaca, insertándose por anterior y medial al fascículo superior. Limita lateroflexion y extensión.



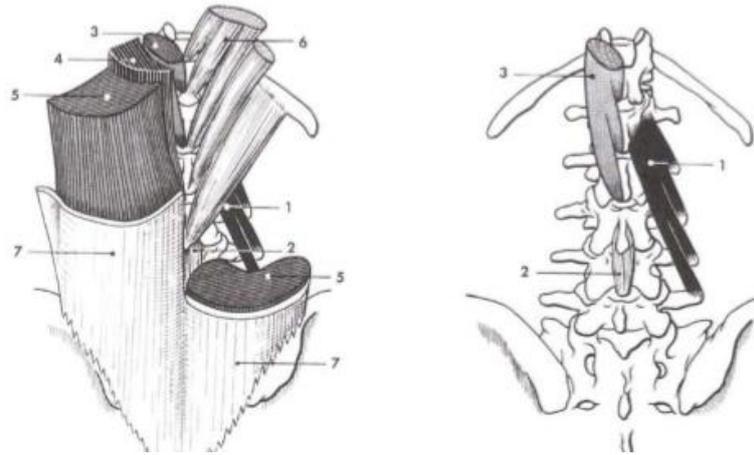
*Ilustración 11: Vista anterior y posterior del ligamento iliolumbar.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014. (8)*

### Sistema muscular lumbar: (7,9)

- *Plano profundo*:
  - *Transverso espinoso*: desde la lámina de una vértebra a las apófisis transversas de las cuatro vertebras subyacentes. Su función es extensión y rotación contralateral.

- Interespinosos: desde la cara inferior de la apófisis espinosa de una vértebra a la cara superior de la apófisis espinosa de la vértebra subyacente. Su acción es extensión de columna.
  - Espinoso dorsal: desde las espinosas de las diez primeras vértebras dorsales hasta las espinosas de D11 y D12. Es un extensor de columna.
  - Dorsal largo: desde la aponeurosis sacroespinal y aponeurosis transversal desde D7 a L2 hasta las apófisis transversas de las vértebras dorsales y lumbares y bordes inferiores de las costillas. Es un extensor de la columna.
  - Iliocostal: lateral a los anteriores, va desde la cresta iliaca y fascia toracolumbar a la fascia lumbodorsal, apófisis transversas de las vértebras lumbares y ángulos de las últimas 6 costillas. Es un extensor de la columna.
- *Plano medio:*
    - Serrato menor posteroinferior: desde las apófisis espinosas de D11 a L2 o L3 al borde inferior de las últimas cuatro costillas. Desciende las costillas y contrarresta la acción del diafragma.

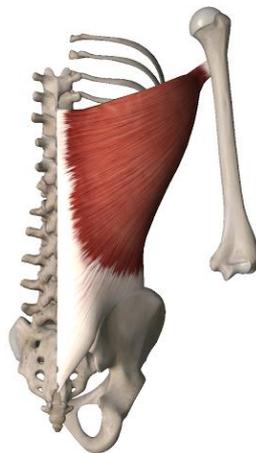


*Ilustración 12: Musculatura media y profunda de la zona lumbar: 1) transverso espinoso; 2) interespinosos; 3) espinoso dorsal; 4) dorsal largo; 5) iliocostal; 6) serrato menor posteroinferior .*

*Fuente: Medina Ortega P. Tratado de osteopatía integral. Madrid: Escuela de Osteopatía Medina; 1997 (7).*

- *Plano superficial:*

- Dorsal ancho: va desde las apófisis espinosas de D7 a D12, aponeurosis lumbodorsal y cresta iliaca hasta el fondo de la corredera bicipital en el humero. Es un aductor, extensor y rotador interno del brazo (Ilustración 13).



*Ilustración 13: Músculo dorsal ancho.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

- *Músculos laterovertebrales:*
  - Cuadrado Lumbar: une cresta iliaca, la última costilla y las apófisis transversas de 3 o 4 vértebras lumbares. Tiene fibras iliocostales, costovertebrales e iliovertebrales. Aunque ayuda a la rotación, es lateroflexor si se contrae unilateralmente y extensor en contracción bilateral (Ilustración 14).



*Ilustración 14: Músculo cuadrado lumbar.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

- Psoas: Está anterior al cuadrado lumbar, con origen en los cuerpos vertebrales lumbares e inserción en el trocánter menor del fémur. Su acción es flexión de cadera y lordosis lumbar (Ilustración 15).



*Ilustración 15: Músculo psoas*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014. (8)*

- *Músculos de la pared abdominal:*
  - Transverso del abdomen: el más profundo de los músculos anchos de la pared abdominal. Tiene inserciones en los cartílagos costales desde la 7<sup>o</sup> costilla, aponeurosis toracolumbar, cresta iliaca y ligamento inguinal y apéndice xifoides. Su función es de soporte de vísceras abdominales.



*Ilustración 16: Músculo transverso del abdomen.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

- Recto abdominal (Ilustración 17): Dos bandas musculares (una a cada lado de la línea media) por la cara anterior del abdomen con entre 4 y 5 vientres musculares que tienen origen en la rama superior del pubis y sínfisis púbica e inserción en apéndice xifoides y 5° a 7° cartílago costal. Es un tensor de la pared abdominal y flexor de tronco.



*Ilustración 17: Músculo recto del abdomen superficial al transverso abdominal.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

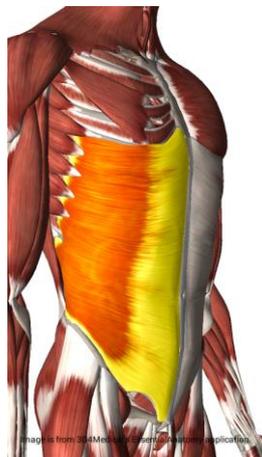
- Oblicuo menor (Ilustración 18): Es más superficial que el transverso. Tiene una dirección oblicua caudal craneal y latero-medial. Su origen está en la cresta iliaca, fascia toracolumbar y ligamento inguinal, mientras que su inserción está en los 3 ó 4 últimos cartílagos costales, línea alba y al pubis mediante un tendón. Es un flexor y rotador homolateral de tronco, además de tensar la pared abdominal.



*Ilustración 18 Músculo oblicuo menor.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

- Oblicuo mayor (Ilustración 19): es el Músculo más superficial de la pared abdominal, y sus fibras son oblicuas en dirección cráneo-caudal y latero-medial. Tiene origen mediante digitaciones en las últimas 7 costillas e inserción en el labio externo de la cresta iliaca y mediante un tendón en el ligamento inguinal y en la hoja anterior de la vaina fibrosa del recto abdominal. Su acción es flexor y rotador contralateral de tronco.



*Ilustración 19: Músculo oblicuo mayor.*

*Fuente: 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014 (8).*

## **Postura y equilibrio**

La postura erecta es una característica del ser humano y se adquiere gracias a su percepción del espacio y del equilibrio. Esta postura se logra mantener mediante la adaptación e interacción de los músculos del tronco, cervicales y de miembros. El cuerpo busca mantener este equilibrio, manifestando la capacidad de los cuerpos de volver al equilibrio al ser apartados de este. Esto se llama estabilidad, un concepto más flexible y quizás más correcto (10).

En bipedestación el centro de gravedad está por delante de L3 y la planta de los pies soporta todo el peso corporal. Esto hace que la proyección del centro de gravedad hacia el suelo se sitúe dentro del espacio delimitado por los pies y entre ellos. La acción continua de la fuerza de gravedad requiere un contrabalanceo continuo que se logra mediante el movimiento continuado del centro de gravedad, con la acción de reflejos vestíbulo-espinales y vestíbulo-oculares, además de la acción motora de músculos del tronco y miembros. Esta información recopilada proviene de los órganos de la visión, sistema vestibular, y sensores propioceptivos, que sirven para la orientación en el espacio y hacen posible la bipedestación y la marcha ya que regulan grupos musculares que son responsables de la estática y dinámica (10,11).

Los sentidos informan sobre cambios de la relación espacial del individuo y de su posición para que los centros nerviosos del cerebro elaboren movimientos reflejos compensatorios adecuados. De esta acción conjunta surge el equilibrio. Tras cualquier trastorno de estos, el equilibrio y el control motor se pueden ver alterados (10).

La postura es una “*posición o actitud del cuerpo, la disposición relativa de las partes del cuerpo para una actividad específica, o una manera característica que adopta el cuerpo*” (12,13).

Por una parte, hay estructuras inertes y tejidos del cuerpo (ligamentos, huesos, fascias, articulaciones) que sostienen al cuerpo mientras los músculos y tendones son las estructuras dinámicas que dan al cuerpo la postura o que cambian esta. Por otra parte, la fuerza de gravedad somete a tensiones a las estructuras que mantienen la posición erecta. Normalmente la línea del centro de gravedad pasa por las curvas de la columna vertebral. Si se presenta una carga que se aleja de dicha línea, se genera un equilibrio en las curvas pudiendo mantener así la postura (12).

#### Equilibrio de la postura:(12–14)

Para que una articulación sea estable o mantenga el equilibrio, la línea de gravedad debe pasar por su eje de rotación, o debe ser estabilizada por una fuerza que contrarreste dicho desequilibrio por las estructuras inertes y/o las musculotendinosas. En la postura erguida suele haber un balanceo anteroposterior de unos 4 cm. Durante la postura en bipedestación, ocurren una serie de adaptaciones que se definen a continuación (12):

*Tobillo:* la línea de gravedad cae anterior a la articulación, haciendo que la tibia tienda a la dorsiflexión de tobillo, por lo que la estabilidad dependerá de la musculatura flexora plantar, en especial del sóleo (12).

*Rodilla:* la línea de gravedad también cae anterior a la articulación de la rodilla, lo que lleva a mantener una extensión de esta articulación. La estabilidad depende del

ligamento cruzado anterior, capsula posterior y la tensión de gemelos e isquiotibiales. El sóleo, pese a no ser un Músculo que pase por la rodilla, tiene influencia en ella al mantener la tibia hacia posterior. Con la rodilla en extensión completa (bloqueada) hay músculos que no es necesario activar. Por el contrario, con una leve flexión de rodilla, la línea del centro de gravedad queda por detrás de la rodilla, requiriendo una contracción del cuádriceps femoral para prevenir la claudicación de la rodilla (12).

*Cadera:* la ubicación de la línea del centro de gravedad varía con el balanceo. Cuando esta cruza la articulación coxofemoral, se produce un equilibrio y no se necesitan compensaciones externas. Con la línea posteriorizada, hay un poco de rotación posterior de la pelvis, la que se controla con la tensión de los flexores de cadera (iliopsoas). En la bipedestación relajada, el ligamento iliofemoral estabiliza de forma pasiva a la articulación, sin tensiones musculares. Con la línea de la gravedad anteriorizada, la estabilidad la dan los extensores de cadera (12).

*Tronco:* la línea de la gravedad normalmente pasa por los cuerpos vertebrales lumbares y cervicales, equilibrándose las curvas. La actividad de los músculos del tronco y la pelvis ayudan a mantener el equilibrio. Ante una desviación, los músculos contralaterales se activan para su reequilibración. Las desviaciones extremas se apoyan en las estructuras inertes (12).

*Cabeza:* la línea del centro de gravedad de la cabeza está anterior a las articulaciones atlantooccipitales, por lo que la musculatura cervical posterior soporta el peso de la cabeza para el mantenimiento de la postura. A una mayor inclinación anterior de la cabeza, mayor es la tensión de la musculatura posterior. Ante una posición anterior máxima de la cabeza, el ligamento nucal impide mayor movimiento (12).

## **Posturografía**

*“La posturografía es una técnica que analiza el control postural de la persona en bipedestación estable y en condiciones de desestabilización”* (10,15). Esta evaluación se realiza con una plataforma dinamométrica que analiza las oscilaciones de la proyección vertical del centro de gravedad. También recibe los nombres de estabilometría, estabilografía o posturometría.

Para la posturografía estática se utiliza una plataforma dinamométrica fija para registrar las oscilaciones mientras se realiza el test de Romberg, utilizando comúnmente las condiciones ojos abiertos y ojos cerrados (10), o pruebas basadas en esta.

También existe la posturografía dinámica (10), pero no se trata en este trabajo ya que no se trabajó con ella.

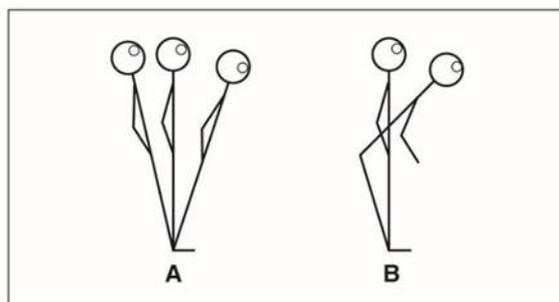
Se presentan a continuación algunos conceptos básicos sobre la posturografía.

Desplazamiento del centro de presiones: es el movimiento de la proyección vertical del centro de gravedad. También se conoce como oscilación postural (10).

Base de sustentación: es el área de contacto de los pies con el suelo, y el área comprendida estos. A mayor base, mayor estabilidad, ya que ayuda a mantener el centro de gravedad de la persona dentro de esta área (10).

Estrategia de movimiento para mantener el equilibrio: son movimientos que tienen como objetivo mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación. Los tres tipos de estrategia son tobillo, cadera y paso, y su elección dependerá del grado

de desplazamiento del centro de gravedad respecto a los límites de la estabilidad, de la velocidad del desplazamiento y de la superficie de apoyo (10).



*Ilustración 20: Representación esquemática de las estrategias posturales para mantener el equilibrio sin desplazar la base de sustentación. A) Estrategia de tobillo. B) Estrategia de cadera.*

*Fuente: Peydro de Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. Rehabilitación. 2005 Jan;39(6):315–23. (10).*

*Estrategia de tobillo:* movimientos desde la articulación del tobillo Ilustración 20 para mantener el equilibrio, por lo tanto en el plano sagital. Con este movimiento se responde a un desplazamiento del centro de gravedad lento y alejado de los límites de estabilidad. Se da cuando la superficie de apoyo es estable y mayor a la de los pies (10).

*Estrategia de cadera:* el movimiento de corrección se realiza desde la cadera (Ilustración 20), en el plano coronal. El centro de gravedad se desplaza rápidamente cerca de los límites de estabilidad. Se da cuando la superficie de apoyo es inestable y menor que la de los pies (10).

*Estrategia de paso:* el centro de gravedad sale de la base de sustentación, obligando al cuerpo a dar un paso para ampliar la base, desplazando el límite de estabilidad, y así evitar una caída (10).

Límites de estabilidad: distancia máxima que un sujeto puede desplazar su centro de gravedad sin tener que cambiar su base de sustentación. Esto depende de la situación de los pies y de la superficie de apoyo (10).

## **Justificación**

La evidencia sobre las aplicaciones de kinesiotape es muy variada, pero además inconsistente, especialmente sobre los efectos en la propiocepción y en la activación muscular.

En cuanto al dolor, en una serie de casos de García-Muro et. al., se indica que la aplicación de KT podría producir una liberación inmediata del dolor miofascial, con resolución a los días de la aplicación (5,16). Otro caso de Kalichman et. al., sugiere que tras la aplicación de kinesiotape KT mejoraron a corto plazo los síntomas de dolor en pacientes con meralgia parestésica (5,17). Además, una revisión sistemática sobre la efectividad del KT en lesiones musculoesqueléticas indica que la aplicación de KT podría aliviar de forma inmediata el dolor, pero que el efecto no durará más de 24h (5,18–20), y además, que cuando se utiliza como terapia complementaria también hay mejoría en efectos relacionados con el dolor(5,19,21). Mostafavifar et al (5) concluye sobre el dolor que tras la aplicación de KT hay un alivio inmediato con un efecto de 24h, pero que la evidencia para sostener esta afirmación es insuficiente, por lo que se deberán mantener en consideración otros métodos analgésicos.

En cuanto a la función muscular, Chang et al (22), en un estudio sobre los efectos inmediatos de la aplicación de kinesiotape en el antebrazo en la fuerza máxima de agarre y sensación de fuerza en atletas universitarios sanos, sugiere que el KT podría facilitar el esfuerzo muscular, aunque no hubo cambios en la fuerza máxima. Akbas, por

su parte sugiere que el KT podría mejorar el rendimiento funcional en sujetos sanos, pero no en pacientes con síndrome de dolor patelofemoral, y además no disminuye los síntomas de estos pacientes (5,23). Por otra parte, Hsu et al(24) encontró cambios positivos en el movimiento y escapular y rendimiento muscular en jugadores de béisbol amateur con pinzamiento subacromial. Además, González-Iglesias et al (20) menciona que la aplicación de KT después de una lesión musculoesquelética puede mejorar inmediatamente la función, pero no está claro cuando pueda durar el efecto. Un estudio prospectivo aleatorizado controlado, demostró que al agregar KT a un programa convencional de ejercicio, no mejoró los resultados funcionales de pacientes con síndrome de dolor patelofemoral mas allá de una aceleración en la flexibilidad de isquiotibiales, al igual que Paoloni et al (21) concluye que el ejercicio mejora la impotencia funcional y las discapacidades, pero que el uso de KT no tiene un claro beneficio. por lo que la utilidad del KT para mejorar la función Con esto, en una revisión, Mostafavifar et al (5) asegura no haber clara evidencia de que tan solo el uso de KT pueda mejorar la fuerza o disminuir la impotencia funcional, especialmente en comparación con el ejercicio, ni tampoco en la disminución del tiempo de vuelta a la competición tras lesiones musculoesqueléticas, aunque el deportista puede percibir que puede volver a la competición antes, pero no hay clara evidencia de esto.

En un estudio sobre los estímulos somatosensoriales tras la aplicación de kinesiotape y sus efectos en la espasticidad, equilibrio y marcha en lesiones crónicas de medula espinal, se aplicó kinesiotape en los gastrocnemios y soleo, y obtuvo efectos beneficiosos en la espasticidad, clonus, en los movimientos del centro de gravedad, parámetros cinemáticos de la marcha, y en la actividad electromiográfica. De la que se concluye que la aplicación de KT reduce a corto plazo la espasticidad, el dolor, y mejora la marcha (25).

Sobre la estimulación cutánea del kinesiotape, Chang et. al., (22) menciona que sus efectos tienen mayor influencia en los mecanorreceptores musculares que en los articulares, lo que puede resultar, por ejemplo en una facilitación inmediata tras la aplicación de KT, como un aumento en la activación muscular de los gastrocnemios en un salto vertical (26) y un aumento de la actividad muscular del trapecio inferior en la abducción del hombro (24).

Tanto la propiocepción como la activación muscular tienen roles importantes en el mantenimiento del equilibrio del tronco, especialmente en presencia de alteraciones (27).

A pesar de que hay mucha literatura y artículos científicos sobre el kinesiotape, existe muy poca información, tanto de artículos científicos como libros, que traten los efectos del KT en la postura en sujetos sanos. Lo que lleva al desarrollo de este estudio es la pregunta: ¿Son estadísticamente significativos los cambios que experimenta el centro de gravedad en el plano sagital y las variaciones de la velocidad de balanceo tras la aplicación de kinesiotape lumbar frente a un placebo en sujetos sanos de edad universitaria?

# **Objetivos e hipótesis**

## **HIPÓTESIS**

Sobre la pregunta de investigación presentada en la sección anterior, “¿Experimenta el centro de gravedad cambios en el plano sagital y en las variaciones de la velocidad de balanceo tras la aplicación de kinesiotape lumbar frente a un placebo en sujetos sanos de edad universitaria?”, se hipotetiza que hay cambios tanto en la localización del centro de gravedad como en la velocidad media de balanceo.

### **Hipótesis nula**

La aplicación de kinesiotape en la zona lumbar en sujetos sanos no produce modificación en la posición del centro de gravedad en el plano sagital ni en la velocidad de oscilación del mismo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados

### **Hipótesis alternativa**

La aplicación de kinesiotape en la zona lumbar en sujetos sanos produce una modificación en la posición del centro de gravedad en el plano sagital y en la velocidad de oscilación del mismo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados

## **OBJETIVOS**

Los objetivos de este estudio son:

- a) Comprobar que la aplicación de kinesiotape en la zona lumbar modifica la posición del centro de gravedad en el plano sagital en personas sanas en comparación con el grupo placebo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados.

- b) Comprobar que la aplicación de kinesiotape en la zona lumbar modifica la velocidad de balanceo del centro de gravedad en personas sanas en comparación con el grupo placebo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados.

## **Sujetos, materiales y métodos**

## **SUJETOS, MATERIALES Y METODOS**

### **Diseño:**

El presente es un estudio piloto con un diseño de ensayo clínico experimental aleatorizado con placebo simple ciego.

### **Consideraciones éticas**

Cualquier actividad asistencial que se esté desarrollando está sometida a las mismas exigencias legales que cualquier especialidad médica. Esta investigación siguió la Declaración de Helsinki en su última actualización.

La Legislación Española obliga al Consentimiento Informado, es decir, el sujeto debe expresar voluntariamente su intención de participar en el ensayo clínico, después de haber comprendido los objetivos del estudio, beneficios, incomodidades y riesgos previstos, alternativas posibles, derechos y responsabilidades (28,29).

La ley General de Sanidad 14/1986, de 25 de Abril, en su artículo 10, habla del derecho a la información clara a los pacientes, sobre los procesos de tratamiento (29):

*“A qué se le dé en términos comprensibles, a él y a sus familiares o allegados, información completa y continuada, verbal y escrita, sobre su proceso, incluyendo diagnóstico, pronóstico y alternativas de tratamiento.”*

En el ámbito de la Comunidad Europea, el Convenio Relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina (Abril 1997), en el Capítulo II, Artículo 5, obliga a la información clara sobre los procesos de tratamiento (30):

*“Una intervención en el ámbito de la sanidad sólo podrá efectuarse después de que la persona afectada haya dado su libre e inequívoco consentimiento.”*

*“Dicha persona deberá recibir previamente una información adecuada de la finalidad y la naturaleza de la intervención, así como de sus riesgos y consecuencias.”*

Se debe mencionar también la Declaración de Helsinki (31) (Adoptada por la 18 Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Junio de 1964 y enmendada por la 29 Asamblea Médica Mundial, Tokio, octubre de 1975, la Asamblea Médica Mundial, Venecia en octubre de 1983 y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong en 1989) que describe una serie de recomendaciones como guía para todo médico que realice investigaciones biomédicas en personas, entre otras muchas cosas, contiene la importancia del consentimiento voluntario, así en el apartado I-9) señala:

*“En toda investigación en personas, cada participante debe ser informado suficientemente de los objetivos, método, beneficios y posibles riesgos previstos y las molestias que el estudio podría acarrear. Las personas deben ser informadas de que son libres de no participar en el estudio y de revocar en todo momento su consentimiento a la participación. Seguidamente, el médico debe obtener el consentimiento informado otorgado libremente por las personas, preferiblemente por escrito.”*

También hace referencia a evitar daño psíquico y físico innecesario (apartado I-1), a tener un adecuado beneficio-riesgo (I-5) y a defender la privacidad del paciente (I-6).

Por ello, los sujetos incluidos en este estudio recibirán antes de participar en el mismo una hoja informativa (Anexo V: Hoja informativa para el paciente) y firmarán un consentimiento escrito (Anexo IV: Consentimiento informado).

A los pacientes se les explicará que no serán informados sobre los resultados de las distintas mediciones a lo largo del procedimiento y que al final del mismo podrán solicitar la información si así lo deseaban.

Y por último, destacar el artículo 17 de la Declaración de Helsinki (31), que señala:

*“Los médicos deben abstenerse de participar en proyectos de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos inherentes han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria. Deben suspender el experimento en marcha si observan que los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados positivos o beneficiosos.”*

### **Sujetos del estudio**

La muestra seleccionada está compuesta por sujetos en edad universitaria sin dolor lumbar en los últimos 6 meses, ni historial de patología lumbar que hubiera requerido una baja laboral o impotencia funcional de al menos tres días. Tampoco podían tener déficits sensoriales ni neurológicos conocidos (32).

### **Aleatorización**

Los sujetos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión recién mencionados, fueron aleatorizados informáticamente a través del sitio web

www.random.org (33). La primera mitad fue asignada al grupo placebo (PL) y la segunda mitad al grupo experimental (EX).

Los participantes no eran conocedores de las técnicas de kinesiotape, y fueron cegados en la aplicación del vendaje.

## **Grupos**

### Grupo experimental (EX):

A los sujetos del grupo experimental se les aplicaron dos tiras en “I” paralelas de KT sobre erectores de la columna lumbar (una a cada lado), según la técnica descrita por Josya Sijmonsma(2).

### Grupo placebo (PL):

A los sujetos del grupo placebo se les aplicó solo una tira en “I” de 20 centímetros sin tensión en forma transversal a la altura de L2(21,32)

## **Variables del estudio**

### Independientes

- Grupo: grupo al que pertenece el sujeto dentro del estudio, asignado de forma aleatoria.
  - Abreviatura: Grupo
  - Tipo de variable: cualitativa nominal
  - Codificación: EX = Experimental

- PL= Placebo

### Personales

- Género: sexo de cada sujeto.
  - Abreviatura: sexo
  - Tipo de variable: cualitativa nominal
  - Codificación: 0 = Femenino
  - 1 = Masculino
- Edad: corresponde a la edad del sujeto en el momento del estudio
  - Abreviatura: edad
  - Tipo de variable: Cualitativa discreta, numérica y de intervalo
  - Intervalo: 18-45
  - Unidad de medida: Años
- Estatura: Corresponde a la altura del sujeto en el momento del estudio
  - Abreviatura: estatura
  - Tipo de variable: Cuantitativa continua
  - Unidad de medida: centímetros (cm)

- Peso: Corresponde al peso del sujeto en el momento del estudio
  - Abreviatura: Peso
  - Tipo de variable: Cuantitativa continua
  - Unidad de medida: Kilogramos (Kg)

### Dependientes

Las variables dependientes que se evalúan son la velocidad de balanceo y la localización del centro de gravedad en el plano sagital (eje Y)

- Para la velocidad de balanceo:
  - *Velocidad de balanceo pre intervención con ojos abiertos*
    - Abreviatura: V PRE OA
    - Unidad de medida: Grados/segundo
  - *Velocidad de balanceo inmediata post intervención con ojos abiertos*
    - Abreviatura: V POST OA
    - Unidad de medida: Grados/segundo
  - *Velocidad de balanceo a una hora post intervención con ojos abiertos*

- Abreviatura: V POST1H OA
  - Unidad de medida: Grados/segundo
- *Velocidad de balanceo pre intervención con ojos cerrados*
  - Abreviatura: V PRE OC
  - Unidad de medida: Grados/segundo
- *Velocidad de balanceo inmediata post intervención con ojos cerrados*
  - Abreviatura: V POST OC
  - Unidad de medida: Grados/segundo
- *Velocidad de balanceo a una hora post intervención con ojos cerrados*
  - Abreviatura: V POST1H OC
  - Unidad de medida: Grados/segundo
- Para la localización del centro de gravedad en el plano sagital:
  - *Localización del centro de gravedad en el plano sagital pre intervención con ojos abiertos*
    - Abreviatura: COG-Y PRE OA

- Unidad de medida: Grados
- *Localización del centro de gravedad en el plano sagital inmediata post intervención con ojos abiertos*
  - Abreviatura: COG-Y POST OA
  - Unidad de medida: Grados
- *Localización del centro de gravedad en el plano sagital a una hora post intervención con ojos abiertos*
  - Abreviatura: COG-Y POST1H OA
  - Unidad de medida: Grados
- *Localización del centro de gravedad en el plano sagital pre intervención con ojos cerrados*
  - Abreviatura: COG-Y PRE OC
  - Unidad de medida: Grados
- *Localización del centro de gravedad en el plano sagital inmediata post intervención con ojos cerrados*
  - Abreviatura: COG-Y POST OC
  - Unidad de medida: Grados

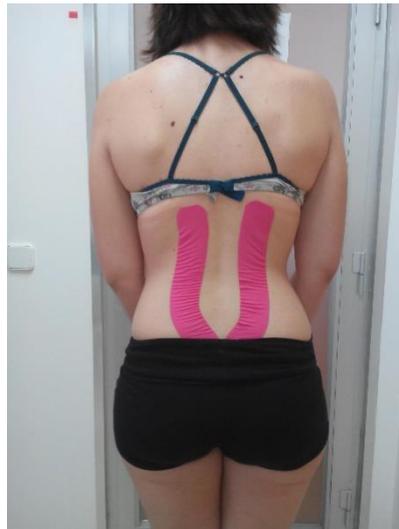
- *Localización del centro de gravedad en el plano sagital a una hora post intervención con ojos cerrados*

- Abreviatura: COG-Y POST1H OC

- Unidad de medida: Grados

### **Descripción de las técnicas utilizadas**

Grupo experimental: se aplicaron 2 tiras en “I” paralelas de KT sobre erectores de la columna lumbar, según la técnica descrita por Josya Sijmonsma (2) (Ilustración 21):



*Ilustración 21: Aplicación de kinesiotape del grupo experimental.*

- Esparadrapo utilizado: 5 cm de ancho.
- Medir en posición de estiramiento desde el sacro hasta D10.
  - Paso 1: las bases se fija en posición neutral en el sacro.

- Paso 2: Flexión máxima de la columna aplicar ambas tiras sobre los paravertebrales hacia craneal, con tensión 0%.
- Paso 3: pegar los anclajes en posición neutral.

Grupo placebo: se aplicó solo una tira en “I” de 20 centímetros sin tensión en forma transversal a la altura de L2 (21,32) (Ilustración 22).



*Ilustración 22 Aplicación del kinesiotape del grupo placebo.*

### **Material de la técnica de tratamiento**

En ambos grupos se utilizó Cure Tape® color rosa de 5cm. Se utilizó este kinesiotape por estar registrado como producto sanitario.

*“Cure Tape® está registrada en Holanda, de acuerdo con las normas de la Comunidad Europea, como producto sanitario de la Clase A. El número de registro es NL/CA01/04-07434. Producto registrado en la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, con Código Nacional, y distribuido por Atena Productos Farmacéuticos España S.L., empresa distribuidora autorizada” (27).*

## **Evaluador e interventor**

Todos los procedimientos fueron llevados a cabo por la misma persona: alumno de 4º año de fisioterapia, con experiencia en las técnicas de kinesiotaping y en el manejo de la plataforma de estabilidad.

Los participantes no sabían si el vendaje aplicado era terapéutico o no. Todos los vendajes fueron aplicados por la misma persona. Durante los 60 minutos que debían permanecer con el KT, se les controló la actividad física, mediante la instrucción de que debían permanecer de pie y no realizar esfuerzos.

## **Instrumentos de medición**

### Medición de peso y estatura

Se utilizó una báscula mecánica marca SECA, modelo 711 (Ilustración 23), previamente calibrada de forma manual.



*Ilustración 23: Báscula mecánica SECA 711*

## Evaluaciones del centro de gravedad

Ambos grupos fueron evaluados en una plataforma de posturografía NeuroCom Basic Balance Master (Ilustración 24), que cuenta con 4 sensores para obtener una evaluación objetiva del control postural y equilibrio previa calibración automática de la plataforma. La localización de la proyección vertical del centro de gravedad (COG) y la velocidad media de balanceo (V) se midieron con el “modified clinical test of sensory interaction for balance” (CTSIBm) (34,35), utilizando dos condiciones sobre superficie estable: ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).



*Ilustración 24: NeuroCom Basic Balance Master*

## **Procedimiento de obtención de datos**

La secuencia de evaluación e intervención se realizó siempre en la misma sala, con las mismas condiciones de luz difuminada, a una temperatura estable de entre 18 y 20 grados, y en un ambiente tranquilo, sin ruidos ni distracciones. La secuencia de acciones fue idéntica para ambos grupos.

Primero, se recibió al sujeto, se le explicó el procedimiento, y las características tanto de la plataforma como del esparadrapo de forma oral y escrita (Anexo V: Hoja informativa para el paciente). Después se le entregó el consentimiento informado (Anexo IV: Consentimiento informado), el cual debían leer y firmar.

Una vez dispuestos a participar, el terapeuta verifica oralmente que reúnen todos los criterios de inclusión y ninguno de exclusión.

Acto seguido, el evaluador registra sus datos personales, y antropométricos (peso y estatura) evaluados con una báscula SECA modelo 711.

El orden cronológico del estudio para cada sujeto derivado es el siguiente: El participante fue evaluado sin tape (PRE); luego se aplicó el KT en la zona lumbar (ver detalles más adelante) y se volvió a evaluar (POST). Con el objetivo de controlar la actividad física durante la hora de aplicación del kinesiotape, se les dio la instrucción de que debían permanecer de pie y no realizar ningún esfuerzo (32). Finalmente una hora después de aplicar el KT se volvió a recibir al sujeto, y tras preguntarle si tuvo picor, molestia, si se le despegó, o algún síntoma, se le volvió a evaluar nuevamente (POST1h).

### **Análisis de datos.**

El procedimiento de análisis de datos fue llevado a cabo por la misma persona que realizó la evaluación e intervención, pero guiado y tutorizado por un estadístico.

Una vez completadas las mediciones de la localización del centro de gravedad en el plano sagital y la velocidad de balanceo del mismo en la plataforma NeuroCom

Basic Balance Master de los 20 sujetos, se analizan usando EZAnalyze Version 3.0, que funciona como un complemento de Microsoft Excel.

El número de sujetos que forma parte del estudio es de 20, que se dividen por aleatorización informática en dos grupos; un grupo intervención formado por 10 individuos y un grupo placebo formado por otros 10.

Se comienza el tratamiento estadístico de los datos obtenidos con la descripción de las características personales de la muestra, después se desglosa en las características personales del grupo intervención y las del grupo control.

A continuación se hace un estudio de cada una de las variables: Posición del centro de gravedad en el plano sagital (COG-Y), y velocidad de balanceo del mismo (V), en las condiciones con ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC).

Para el análisis estadístico de los datos, se asigna a cada medida el promedio de sus correspondientes mediciones de la posición del centro de gravedad y de la velocidad de balanceo; pues cada una de ellas se realizó tres veces.

Los valores de COG-Y previos a la aplicación del kinesiotape (PRE) fueron igualados a cero, y se calcularon las diferencias de éste con las evaluaciones inmediatas (POST) y a la hora (POST1H), para poder calcular el desplazamiento real del COG-Y. Tras este proceso, se identificaron los valores igualados en su punto de partida con “N”. De la misma manera se trabajaron con los valores de velocidad media de balanceo para realizar su comparación intergrupo, de manera que se realizaron dichas comparaciones mediante análisis T-Test con las variaciones de POST y POST1H respecto a su punto de partida, es decir, la evaluación PRE.

Se utilizó EZAnalyze para aplicar ANOVA Repeted Measures a las tres evaluaciones (PRE, POST y POST1H) para analizar los datos V y COG-Y, en OA y OC, a los grupos experimental (EX) y placebo (PL) por separado.

Posteriormente se utilizó EZAnalyze® para aplicar T-test Independent Samples para hacer la relación intergrupala de todas las condiciones, excepto las PRE, que fueron tomadas como punto de partida.

## RESULTADOS

### 1. Resultados descriptivos

Los 10 sujetos del grupo experimental (EX) (6 hombres, 4 mujeres) y los 10 del grupo placebo (PL) (7 hombres, 3 mujeres) acabaron el estudio. Los grupos eran comparables (Tabla 1), y no hubo ningún contratiempo durante las evaluaciones, no se registró ninguna caída, y en relación al KT, a ningún paciente se le despegó, y ninguno presentó reacciones alérgicas ni molestias con este durante la hora de aplicación.

	Grupo experimental	Grupo placebo
<b>Edad</b>	20±1,63 años	22,1±4,04 años
<b>Peso</b>	74,19±10,97 kilos	73,94±17,68 kilos
<b>Estatura</b>	173,3±7,09 cm.	175±10,22 cm.

Tabla 1: Descripción de los grupos.

### 2. Resultados fundamentales

Los resultados fundamentales están divididos en “Velocidad de balanceo” y “Localización del centro de gravedad en el plano sagital”

#### 2.1. Velocidad de balanceo

La velocidad de balanceo se ha medido con los ojos abiertos y con los ojos cerrados.

### 2.1.1. Ojos abiertos

En cuanto a la velocidad de balanceo con ojos abiertos, los estadísticos descriptivos del grupo experimental y del grupo placebo se representan en la siguiente tabla (Tabla 2):

	Nº	Media	D.E.	Rango	Min	Max	Varianza
<b>EX V PRE OA</b>	10	0,19	0,04	0,10	0,13	0,23	0,00
<b>EX V POST OA</b>	10	0,16	0,05	0,13	0,10	0,23	0,00
<b>EX V POST1H OA</b>	10	0,18	0,05	0,17	0,10	0,27	0,00
<b>PL V PRE OA</b>	10	0,16	0,04	0,13	0,10	0,23	0,00
<b>PL V POST OA</b>	10	0,18	0,06	0,20	0,07	0,27	0,00
<b>PL V POST1H OA</b>	10	0,17	0,06	0,17	0,07	0,23	0,00

Tabla 2: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos abiertos.

En la condición con OA, el grupo experimental tiende a una disminución inmediata de la velocidad de balanceo, pero a la hora de la aplicación, esta tiende a volver a los valores basales ( $p=,327$ ). En cambio, la tendencia del grupo placebo es opuesta, ya que hay un aumento de la velocidad de balanceo en la medición POST, y una tendencia a mantenerse ( $p=,532$ ) (Gráfico 1)

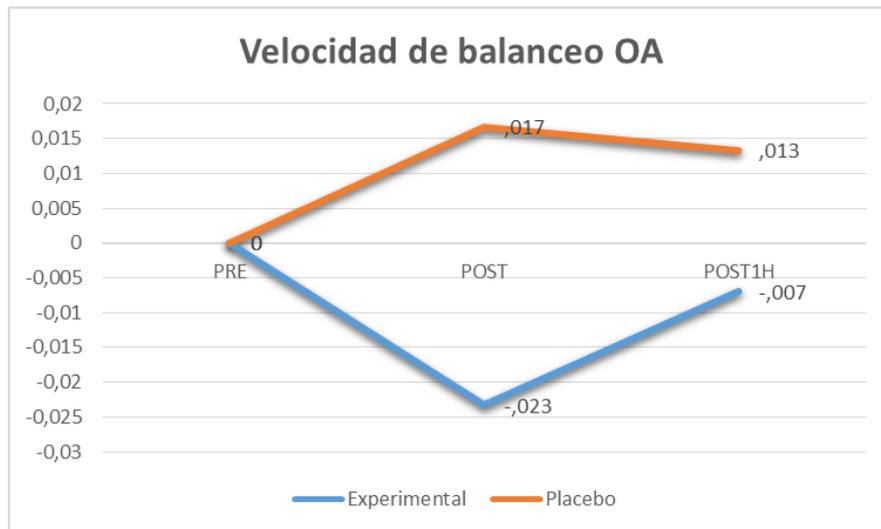


Gráfico 1 Velocidad de Balanceo ojos abiertos

Los resultados del análisis T-Test intergrupo de la diferencia de la V entre el PRE y el POST, plasmados en la Tabla 3, indican que el grupo experimental tiene una disminución de  $0.023^{\circ}/s \pm 0.052$  frente a un aumento de  $0.017^{\circ}/s \pm 0.045$  del grupo placebo ( $p=0.083$ ). Además, en POST1H, la velocidad de balanceo en el grupo experimental ( $-0.007^{\circ}/s \pm 0.027$ ) se mantuvo menor a la del grupo PL ( $0.013^{\circ}/s \pm 0.05$ ), frente a los datos de PRE ( $p=0.273$ ) (Tabla 4).

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	-,023	,017
Std. Dev:	,052	,045
N:	10	10
Mean Difference:	,040	
T-Score:	1,832	
Eta Squared:	,144	
P:	,083	

Tabla 3: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST OA

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	-,007	,013
Std. Dev:	,027	,050
N:	10	10
Mean Difference:	,020	
T-Score:	1,131	
Eta Squared:	,060	
P:	,273	

Tabla 4: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST1H OA

### 2.1.2. Ojos cerrados

En cuanto a la velocidad de balanceo con ojos cerrados, los estadísticos descriptivos del grupo experimental y del grupo placebo se representan en la siguiente tabla (Tabla 5):

	Nº	Media	D.E.	Rango	Min	Max	Varianza
EX V PRE OC	10	0,25	0,08	0,27	0,17	0,43	0,01
EX V POST OC	10	0,25	0,07	0,20	0,17	0,37	0,00
EX V POST1H OC	10	0,26	0,07	0,23	0,17	0,40	0,01
PL V PRE OC	10	0,24	0,08	0,23	0,13	0,37	0,01
PL V POST OC	10	0,22	0,07	0,20	0,10	0,30	0,00
PL V POST1H OC	10	0,23	0,06	0,20	0,13	0,33	0,00

Tabla 5: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos cerrados

En la condición con OC, el grupo experimental tiende a un ligero incremento de la velocidad de balanceo registrada en las dos evaluaciones ( $p=,770$ ). En cambio, la tendencia del grupo placebo indica un descenso en POST y un ligero aumento en POST1H ( $p=,318$ ) (Gráfico 2).

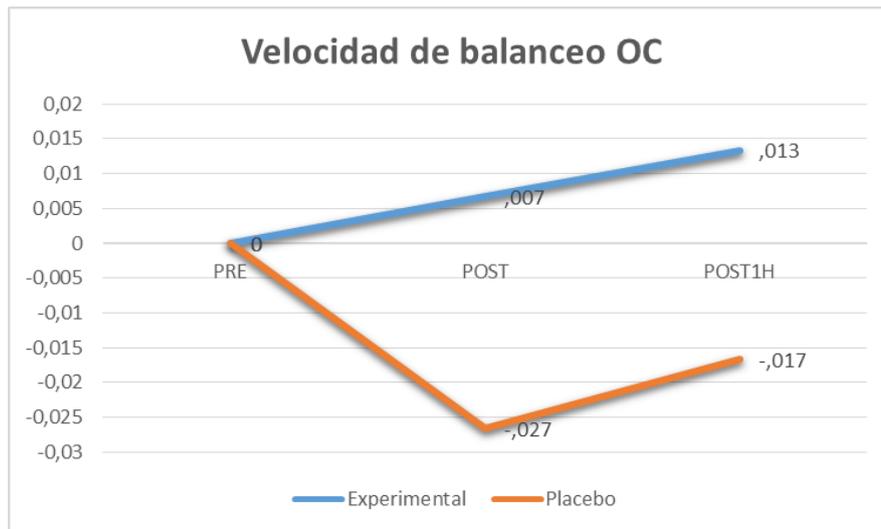


Gráfico 2: Velocidad de Balanceo ojos cerrados

Los resultados del análisis T-Test intergrupo de la diferencia del PRE y el POST en la condición OC (Tabla 6), indica que el grupo experimental presenta un incremento de la velocidad media de balanceo de  $0.007^{\circ}/s \pm 0.047$  frente a una disminución de  $0.027^{\circ}/s \pm 0.066$  del grupo placebo ( $p=,210$ ). Sin embargo, en POST1H, la velocidad de balanceo en el grupo EX aumentó aún más, ( $0.013^{\circ}/s \pm 0.061$ ), mientras el grupo PL registró una velocidad de balanceo menor aun a la registrada en POST ( $-0.017^{\circ}/s \pm 0.48$ ), frente a los datos de PRE ( $p=,238$ ) (Tabla 7).

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	,007	-,027
Std. Dev:	,047	,066
N:	10	10
Mean Difference:	,033	
T-Score:	1,301	
Eta Squared:	,078	
P:	,210	

Tabla 6: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST OC

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	,013	-,017
Std. Dev:	,061	,048
N:	10	10
Mean Difference:	,030	
T-Score:	1,221	
Eta Squared:	,069	
P:	,238	

Tabla 7: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POSTIH OC

## 2.2. Localización del centro de gravedad

La localización del centro de gravedad se midió con los ojos abiertos y con los ojos cerrados.

### 2.2.1. Ojos abiertos.

En cuanto a la localización del centro de gravedad con ojos abiertos, los estadísticos descriptivos del grupo experimental y del grupo placebo se representan por la siguiente tabla (Tabla 8):

	Nº	Media	D.E.	Rango	Min	Max	Varianza
EX COG-Y PRE OA	10	-0,53	0,86	2,80	-2,10	0,70	0,74
EX COG-Y POST OA	10	-0,52	0,94	3,37	-1,93	1,43	0,88
EX COG-Y POSTIH OA	10	-0,63	0,60	2,00	-1,73	0,27	0,36
PL COG-Y PRE OA	10	0,10	0,98	2,67	-1,20	1,47	0,95
PL COG-Y POST OA	10	0,19	0,86	2,23	-1,17	1,07	0,74
PL COG-Y POSTIH OA	10	0,01	0,87	2,97	-1,37	1,60	0,75

Tabla 8: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos abiertos

En la condición OA, el grupo EX registró un leve adelantamiento del COG-Y en la evaluación POST, mientras en la evaluación POST1H el COG-Y se desplazó a posterior respecto al punto de partida evaluado en PRE ( $p=,82$ ). El grupo PL registró una gráfica similar, pero con diferentes valores. En la evaluación POST, el grupo PL tuvo una tendencia a un adelantamiento del COG-Y, y al igual que el grupo EX, este registró un retroceso del COG-Y en POST1H respecto al punto de partida evaluado en PRE ( $p=,626$ ) (Gráfico 3).

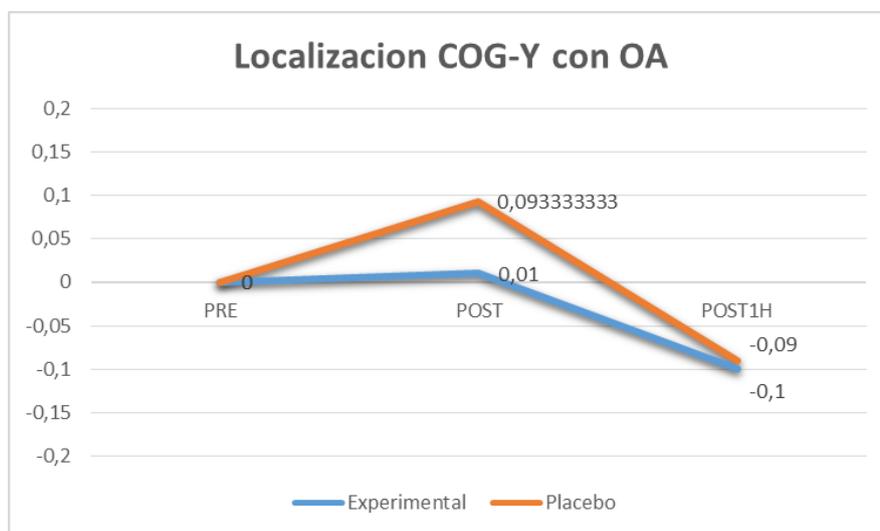


Gráfico 3: Localización del COG-Y con ojos abiertos

Los resultados del T-Test intergrupo en la condición OA mostraron que la anteriorización del COG-Y del grupo EX en POST ( $0,01\pm 0,498$ ) fue menor a la del grupo PL (POST  $0,093\pm 0,704$ ) ( $p=,762$ ) (Tabla 9) y la ubicación del COG-Y del grupo EX en POST1H se situó ligeramente más a posterior ( $-0,1\pm 0,623$ ) que el grupo PL ( $-0,9\pm 0,557$ ) ( $p=,970$ )

Tabla 10), aunque estos valores no son significativos.

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	,010	,093
Std. Dev:	,489	,704
N:	10	10
Mean Difference:	,083	
T-Score:	,308	
Eta Squared:	,005	
P:	,762	

Tabla 9: Análisis de las variaciones del COG-Y en POST OA

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	-,100	-,090
Std. Dev:	,623	,557
N:	10	10
Mean Difference:	,010	
T-Score:	,038	
Eta Squared:	,000	
P:	,970	

Tabla 10: Análisis de las variaciones del COG-Y en POSTIH OA

### 2.2.2. Ojos cerrados

En cuanto a la localización del centro de gravedad con ojos cerrados, los estadísticos descriptivos del grupo experimental y del grupo placebo se representan por la siguiente tabla (Tabla 11):

	Nº	Media	D.E.	Rango	Min	Max	Varianza
EX COG-Y PRE OC	10	-0,44	0,85	2,83	-1,83	1,00	0,73
EX COG-Y POST OC	10	-0,60	0,94	3,17	-1,73	1,43	0,88
EX COG-Y POST1H OC	10	-0,50	0,88	3,00	-2,17	0,83	0,78
PL COG-Y PRE OC	10	0,17	0,81	2,60	-1,13	1,47	0,66
PL COG-Y POST OC	10	0,20	0,75	2,27	-1,13	1,13	0,56
PL COG-Y POST1H OC	10	0,04	0,81	2,93	-1,43	1,50	0,66

Tabla 11: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos cerrados.

En la condición OC, el grupo EX registró una posteriorización del COG-Y en la evaluación POST pero en la evaluación POST1H el COG-Y se desplazó a anterior respecto al punto de partida evaluado en PRE ( $p=,527$ ). El grupo PL registró una gráfica similar, a la condición OA, con una anteriorización y luego una posteriorización del COG-Y ( $p=,644$ ), respecto al punto de partida evaluado en PRE (Gráfico 4).

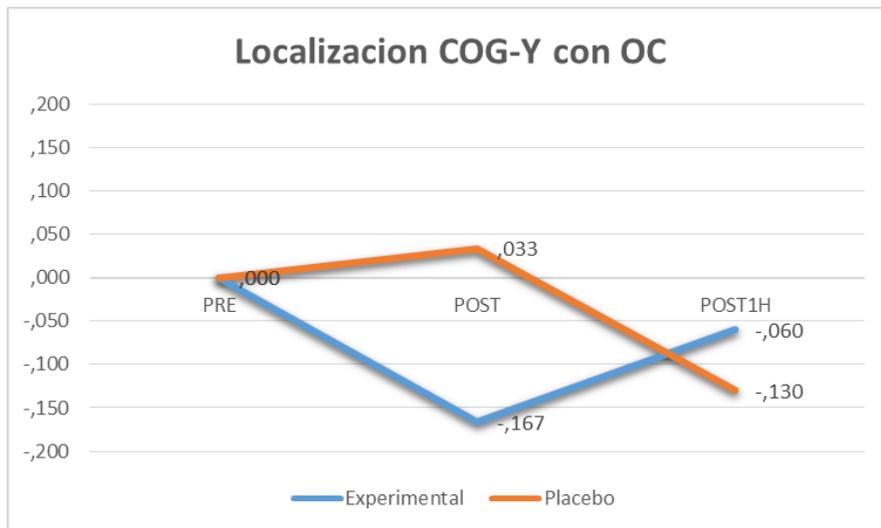


Gráfico 4: Localización del COG-Y con ojos cerrados

Los resultados del T-Test intergrupo en la condición OC mostraron que la posteriorización del GOG-Y del grupo EX en POST ( $-0.167 \pm 0.439$ ) no fue significativa frente a la anteriorización del COG-Y del grupo PL ( $0.33 \pm 0.597$ ) ( $p = .404$ ) (Tabla 12). La ubicación del COG-Y del grupo EX en POST1H se tendió a volver a los niveles basales ( $-0.06 \pm 0.467$ ). Por el contrario, el grupo PL se posteriorizó, ( $-0.130 \pm 0.393$ ) ( $p = .712$ ).

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	-,167	,033
Std. Dev:	,439	,597
N:	10	10
Mean Difference:	,200	
T-Score:	,854	
Eta Squared:	,035	
P:	,404	

Tabla 12: Análisis de las variaciones del COG-Y en POSTOC

Grupo	Experimental	Placebo
Mean:	-,060	-,130
Std. Dev:	,467	,393
N:	10	10
Mean Difference:	,070	
T-Score:	,363	
Eta Squared:	,007	
P:	,721	

Tabla 13: Análisis de las variaciones del COG-Y en POST1HOC

A modo de resumen de los resultados obtenidos, podemos comenzar diciendo que los resultados fundamentales del grupo experimental (EX), mostraron en la velocidad de balanceo una tendencia a la disminución frente los resultados del grupo placebo (PL) en la condición OA. Pero de forma opuesta, esta aumentó en el grupo EX en la condición OC frente al grupo PL

En cuanto a la localización del centro de gravedad en el plano sagital, ambos grupos en la condición OA, tendieron a un leve adelantamiento o mantenimiento inmediato del centro de gravedad, y una posteriorización a la hora, al igual que el grupo PL en la condición OC, en contraste al grupo experimental en la condición OC.

En el análisis descriptivo, cada variable se describe a partir de medidas de centralización y medidas de dispersión. La media o promedio representa la tendencia central de la muestra mientras que la desviación estándar o típica y la varianza indican el grado de agrupación o disgregación de los datos.

En el análisis estadístico inferencial de cada variable, se realizaron comparaciones intragrupal para el factor tiempo (PRE, POST Y POST1H) con ANOVA, y también comparaciones intergrupales para el factor grupo, a través del t-Test.

Pese a que tanto el análisis ANOVA como el T-Test no arrojaron ningún resultado estadísticamente significativo, sí existieron modificaciones tanto de la localización del centro de gravedad en el plano sagital como de la velocidad de balanceo.

# **Discusión**

## DISCUSIÓN

En este estudio se evaluaron los efectos que tiene la aplicación de kinesiotape lumbar, según la técnica descrita por Josya Sijmonsma (2) en pacientes sanos de edad universitaria, en comparación a un grupo placebo, descrita por Paoloni (21), en la velocidad de balanceo y ubicación del centro de gravedad en el plano sagital con los ojos abiertos (OA) y con ojos cerrados (OC).

Los resultados fundamentales del grupo experimental (EX), mostraron en la velocidad de balanceo una tendencia a la disminución frente los resultados del grupo placebo (PL) en la condición OA. Pero de forma opuesta, esta aumentó en el grupo EX en la condición OC frente al grupo PL.

En cuanto a la localización del centro de gravedad en el plano sagital, ambos grupos en la condición OA, tendieron a un leve adelantamiento o mantenimiento inmediato del centro de gravedad, y una posteriorización a la hora, al igual que el grupo PL en la condición OC, en contraste al grupo experimental en la condición OC.

Se acepta la hipótesis alternativa: “La aplicación de vendaje neuromuscular en la zona lumbar en sujetos sanos produce una modificación en la posición del centro de gravedad en el plano sagital y en la velocidad de oscilación del mismo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados”, puesto que, según las tendencias observadas, sí hubo modificaciones, aunque ninguno de los resultados del estudio resultó significativo.

Tanto para explicar los cambios en el alineamiento del centro de gravedad como la velocidad de balanceo, es necesario hacer referencia al estímulo cutáneo exteroceptivo del kinesiotape, y sus efectos en el tono muscular.

En cuanto al efecto exteroceptivo, éste genera aferencias al sistema nervioso que tiene efectos en los mecanorreceptores cutáneos y musculares, lo que produce modificaciones del tono muscular. Explicado por Voglar et. al. (32), citando a Aimonetti et. al. (36), y Rosenkranz y Rothwell (37), un ligero estímulo sensorial puede modificar una respuesta motora. Además, según hallazgos de otros autores, como Tamburella et al. (25), en su estudio “Somatosensory inputs by application of KinesioTaping: effects on spasticity, balance, and gait in chronic spinal cord injury”, un estudio con diseño de serie de casos cruzado controlado, citando a Thelen et al. (18) y Lin et al. (38) mencionan que el kinesiotape es usado para mejorar las aferencias sensoriales, disminuyendo la espasticidad mediante una retroalimentación propioceptiva y normalizando un tono muscular alterado, en atletas sanos. Cita además a Kilbreath et al., (39) quien concluyó que la aplicación de kinesiotape en glúteos en pacientes con ictus aumenta la extensión de cadera, sugiriendo que la activación muscular mejora mediante la estimulación cutánea (25).

Otra consecuencia del efecto exteroceptivo es la modificación inmediata del alineamiento del centro de gravedad, lo que coincide con hallazgos de Cortesi et al. (40), quien observó efectos positivos del kinesiotape aplicado en el tobillo en el balanceo del centro de gravedad, sugiriendo que esta aplicación ayuda a estabilizar la postura de manera inmediata. (25), lo que concuerda con las conclusiones obtenidas en nuestro estudio, ya que, aunque no significativos, hubo modificaciones inmediatas tanto de la localización del centro de gravedad como de la velocidad de balanceo.

Esto explica y defiende la acción del kinesiotape a nivel cutáneo, para normalizar el tono muscular, ya sea aumentándolo, o disminuyéndolo. Además, según afirman Thelen et al. (18) y Lin et al. (38), las mejoras de las aferencias sensoriales influyen en la propiocepción, lo que podría modificar temporalmente la postura, y por ende, la localización del centro de gravedad.

Otro mecanismo que podría influenciar el control postural es el cambio en el punto de partida de la activación muscular. Kase et. al. (41) propusieron que la aplicación del kinesiotape podría estimular los receptores de Golgi, los que inducen una inhibición de las motoneuronas del sistema nervioso central, por lo tanto disminuyendo la activación muscular. Esto fue contrarrestado por estudios como el de Lins et. al. (42) en el vasto lateral del cuádriceps, o el de Briem et. al. (43) en el músculo peroneo largo, en los cuales no se encontró ningún efecto del kinesiotape en la activación muscular. Tras dicha contradicción, no se podría asegurar estategoría expuesta por Kase et. al. (41).

En vista de los resultados obtenidos y los puntos tratados en la discusión, se concluye que es necesario seguir investigando respecto a este tema, para ser más precisos y objetivos para sacar más conclusiones más claras y específicas.

### **Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación**

En todo estudio científico, a la misma vez que se resuelve una incógnita se presentan nuevas cuestiones para continuar trabajando. A continuación, se comentarán algunas de las limitaciones que se han encontrado en el análisis de los resultados, de cara a la colaboración en estudios posteriores que se lleven a cabo en esta misma materia.

En primer lugar, al tratarse de un estudio piloto, el reducido provoca que la dispersión de los datos sea tal que no se puede ser preciso a la hora de buscar una significancia estadística. Ciertamente debe ser este uno de los aspectos a tener en cuenta para próximos estudios.

En segundo lugar, tras el hecho de trabajar con sujetos sanos y no con pacientes reales pueden verse afectados los resultados ya que el kinesiotape es una técnica que se aplica generalmente sobre sujetos patológicos, con dolor, o con un tono muscular alterado, y haber diferencias en los efectos de la técnica tanto en el alineamiento del centro de gravedad como en la velocidad de balanceo. Además, de aplicarse en sujetos patológicos, se debería tomar en consideración para próximos estudios que la patología lumbar de los pacientes curse o con hipertonía o con hipotonía. Sería interesante utilizar una herramienta como la elastografía para determinar objetivamente la elasticidad de los tejidos, y de esta forma agrupar a los sujetos en un grupo con hipertono y uno con hipotono, previa comprobación de la validez de esta prueba como referencia.

En tercer lugar, al haber contado con un grupo placebo en lugar de un grupo control, se pueden ver alteradas las pruebas estabilométricas, ya que el grupo placebo también tenía un estímulo exteroceptivo con el kinesiotape transversal. De esta forma no sería posible descartar que el efecto de la intervención fue por las cualidades terapéuticas del kinesiotape, o por su estimulación cutánea. Además, al no existir ningún estudio de este estilo, habría sido interesante determinar si los efectos por si mismos son significativos frente a un grupo control y no frente a uno placebo.

En cuarto lugar el estudio solo fue diseñado con un simple ciego. El hecho de que tanto el evaluador como el interventor y el analista de datos fueran la misma

persona, puede ser susceptible de sesgo. Ciertamente en próximos estudios estas responsabilidades serán delegadas, con el objetivo de realizar al menos un doble ciego.

Por último, en el estudio solo se analizó el eje Y (plano sagital), desechando el eje X (plano frontal), ya que no era el interés del estudio, pero ante la nulidad de datos significativos y la escasa literatura con sujetos sanos, sería interesante incluir además el eje X.

# **Conclusiones**

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de kinesiotape en la zona lumbar modifica la posición del centro de gravedad en el plano sagital en personas sanas en comparación con el grupo placebo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados, pero no de forma estadísticamente significativas.

La aplicación de kinesiotape en la zona lumbar modifica la velocidad de balanceo del centro de gravedad en personas sanas en comparación con el grupo placebo tanto con los ojos abiertos como con los ojos cerrados, pero no de forma estadísticamente significativa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kase K. Illustrated kinesio taping. Tokyo: Ken'i-Kai; 2005.
2. Sijmonsma J. Taping Neuro Muscular: manual. Cascais: Aneid Press; 2007.
3. Kumbrink B. K taping an illustrated guide [Internet]. Berlin; Heidelberg: Springer; 2012 [cited 2015 Apr 18]. Available from: <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=884794>
4. kinesiotape\_3.jpg (677×244) [Internet]. [cited 2015 Feb 26]. Available from: [http://www.ortoweb.com/blogortopedia/wp-content/uploads/2013/07/kinesiotape\\_3.jpg](http://www.ortoweb.com/blogortopedia/wp-content/uploads/2013/07/kinesiotape_3.jpg)
5. Mostafavifar M, Wertz J, Borchers J. A systematic review of the effectiveness of kinesio taping for musculoskeletal injury. *Phys Sportsmed*. 2012 Nov;40(4):33–40.
6. funcionakinesiotape.jpg (500×153) [Internet]. [cited 2015 Feb 26]. Available from: <http://www.kineweb.es/funcionakinesiotape.jpg>
7. Medina Ortega P. Tratado de osteopatía integral. Madrid: Escuela de Osteopatía Medina; 1997.
8. 3D4Medical. Essential Anatomy. 2014.
9. Kapandji IA, Saillant G, Torres Lacomba M. Fisiología articular: dibujos comentados de mecánica humana. 3, Raquis, cintura pélvica, raquis lumbar, raquis torácico y tórax, raquis cervical, cabeza. Madrid; París: Médica Panamericana; Maloine; 2007.
10. Peydro de Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. *Rehabilitación*. 2005 Jan;39(6):315–23.
11. Rodríguez Pérez V, López Rodríguez AF, Abecia Inchaurregui C, Reguera García M<sup>a</sup>, Seco Calvo J. Tratamiento y valoración del equilibrio mediante estabilometría en jugador de baloncesto en silla de ruedas. A propósito de un caso. *Fisioterapia*. 2007 Oct;29(5):248–54.
12. Kisner C, Colby LA. Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
13. Brunnstrom S. Brunnstrom's Clinical kinesiology. 4th ed. Philadelphia: F.A. Davis Co; 1983. 453 p.
14. Levangie PK, Norkin CC, Levangie PK, editors. Joint structure and function: a comprehensive analysis. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis Co; 2011. 588 p.

15. Boniver R. [Posture and posturography]. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1989;43(6):593–601.
16. García-Muro F, Rodríguez-Fernández AL, Herrero-de-Lucas A. Treatment of myofascial pain in the shoulder with Kinesio taping. A case report. *Man Ther.* 2010 Jun;15(3):292–5.
17. Kalichman L, Vered E, Volchek L. Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesio taping: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Jul;91(7):1137–9.
18. Thelen MD, Dauber JA, Stoneman PD. The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Jul;38(7):389–95.
19. Kaya E, Zinnuroglu M, Tugcu I. Kinesio taping compared to physical therapy modalities for the treatment of shoulder impingement syndrome. *Clin Rheumatol.* 2011 Feb;30(2):201–7.
20. González-Iglesias J, Fernández-de-Las-Peñas C, Cleland JA, Huijbregts P, Del Rosario Gutiérrez-Vega M. Short-term effects of cervical kinesio taping on pain and cervical range of motion in patients with acute whiplash injury: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jul;39(7):515–21.
21. Paoloni M, Bernetti A, Fratocchi G, Mangone M, Parrinello L, Del Pilar Cooper M, et al. Kinesio Taping applied to lumbar muscles influences clinical and electromyographic characteristics in chronic low back pain patients. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2011 Jun;47(2):237–44.
22. Chang H-Y, Chou K-Y, Lin J-J, Lin C-F, Wang C-H. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* 2010 Nov;11(4):122–7.
23. Akbaş E, Atay AO, Yüksel I. The effects of additional kinesio taping over exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2011;45(5):335–41.
24. Hsu Y-H, Chen W-Y, Lin H-C, Wang WTJ, Shih Y-F. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2009 Dec;19(6):1092–9.
25. Tamburella F, Scivoletto G, Molinari M. Somatosensory inputs by application of KinesioTaping: effects on spasticity, balance, and gait in chronic spinal cord injury. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:367.
26. Huang C-Y, Hsieh T-H, Lu S-C, Su F-C. Effect of the Kinesio tape to muscle activity and vertical jump performance in healthy inactive people. *Biomed Eng Online.* 2011;10:70.

27. Hodges P, van den Hoorn W, Dawson A, Cholewicki J. Changes in the mechanical properties of the trunk in low back pain may be associated with recurrence. *J Biomech.* 2009 Jan 5;42(1):61–6.
28. Cajade Frías J, Gabinetes de Audioprótesis Electromedicina y Servicios. *La Responsabilidad civil en el ejercicio de la medicina.* Barcelona: CEIG, Centro de Estudios e Investigación GAES; 2001.
29. Ley 14/ 1986, General de Sanidad, de 25 de Abril de 1986.
30. Convenio para la protección de los derechos humanos y la dignidad del ser humano con respecto a la Biología y la Medicina. Capítulo II, Artículo 5. Oviedo, 4 de Abril de 1997. Instrumento de ratificación publicado en el B.O.E. el 20 de Octubre de 1999.
31. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, Adoptada por la 18 Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Junio de 1964 y enmendada por la 29 Asamblea Médica Mundial, Tokio, octubre de 1975, la Asamblea Médica Mundial, Venecia en octubre de 1983 y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong en 1989.
32. Voglar M, Sarabon N. Kinesio taping in young healthy subjects does not affect postural reflex reactions and anticipatory postural adjustments of the trunk: a pilot study. *J Sports Sci Med.* 2014 Sep;13(3):673–9.
33. RANDOM.ORG - List Randomizer [Internet]. [cited 2015 Apr 12]. Available from: <https://www.random.org/lists/>
34. Caffaro RR, França FJR, Burke TN, Magalhães MO, Ramos LAV, Marques AP. Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case–control study. *Eur Spine J.* 2014 Apr;23(4):807–13.
35. Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, Barnes CW. Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 2003 Apr;83(4):328–39.
36. Aimonetti J-M, Vedel J-P, Schmied A, Pagni S. Mechanical cutaneous stimulation alters Ia presynaptic inhibition in human wrist extensor muscles: a single motor unit study. *J Physiol.* 2000 Jan;522(1):137–45.
37. Rosenkranz K, Rothwell JC. Modulation of proprioceptive integration in the motor cortex shapes human motor learning. *J Neurosci Off J Soc Neurosci.* 2012 Jun 27;32(26):9000–6.
38. Lin J, Hung C-J, Yang P-L. The effects of scapular taping on electromyographic muscle activity and proprioception feedback in healthy shoulders. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2011 Jan;29(1):53–7.
39. Kilbreath SL, Perkins S, Crosbie J, McConnell J. Gluteal taping improves hip extension during stance phase of walking following stroke. *Aust J Physiother.* 2006;52(1):53–6.

40. Cortesi M, Cattaneo D, Jonsdottir J. Effect of kinesiio taping on standing balance in subjects with multiple sclerosis: A pilot study. *NeuroRehabilitation*. 2011;28(4):365–72.
41. Kase K, Wallis J, Kase T, Kinesio Taping Association. *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping methods*. Albuquerque NM: Kinesio Taping Assoc.; 2003.
42. Lins CA de A, Neto FL, Amorim ABC de, Macedo L de B, Brasileiro JS. Kinesio Taping(®) does not alter neuromuscular performance of femoral quadriceps or lower limb function in healthy subjects: randomized, blind, controlled, clinical trial. *Man Ther*. 2013 Feb;18(1):41–5.
43. Briem K, Eythörsdóttir H, Magnúsdóttir RG, Pálmarsson R, Rúnarsdóttir T, Sveinsson T. Effects of kinesiio tape compared with nonelastic sports tape and the untaped ankle during a sudden inversion perturbation in male athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011 May;41(5):328–35.

# **Anexos**

## **Anexo I: Índice de ilustraciones**

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Patrón ondulatorio del pegamento en el esparadrapo.....	14
Ilustración 2: Cromoterapia y sus efectos.....	15
Ilustración 3: Acción subcutánea del KinesioTaping. ....	17
Ilustración 4: Efectos del KinesioTape en la técnica muscular según la dirección de aplicación. ....	20
Ilustración 5: Convoliciones producidas por el kinesiotape. ....	21
Ilustración 6: Columna lumbar in situ. ....	22
Ilustración 7: Vista lateral, superior y posterior de la vértebra L3.....	23
Ilustración 8: Ligamento vertebral común anterior y posterior pasando por L2, L3 y L4. ....	24
Ilustración 9: Ligamentos amarillo e interespinoso en la zona lumbar. ....	25
Ilustración 10: Ligamentos interespinoso y supraespinoso en la zona lumbar. ..	25
Ilustración 11: Vista anterior y posterior del ligamento iliolumbar. ....	26
Ilustración 12: Musculatura media y profunda de la zona lumbar: 1) transverso espinoso; 2)interespinosos; 3)espinoso dorsal; 4)dorsal largo; 5)iliocostal; 6)serrato menor posteroinferior .....	28
Ilustración 13: Músculo dorsal ancho.....	28
Ilustración 14: Músculo cuadrado lumbar. ....	29

Ilustración 15: Músculo psoas.....	30
Ilustración 16: Músculo transverso del abdomen.....	30
Ilustración 17: Músculo recto del abdomen superficial al transverso abdominal. .....	31
Ilustración 18 Músculo oblicuo menor.....	32
Ilustración 19: Músculo oblicuo mayor.....	32
Ilustración 20: Representación esquemática de las estrategias posturales para mantener el equilibrio sin desplazar la base de sustentación. A) Estrategia de tobillo. B) Estrategia de cadera. ....	37
Ilustración 21: Aplicación de kinesiotape del grupo experimental. ....	53
Ilustración 22 Aplicación del kinesiotape del grupo placebo. ....	54
Ilustración 23: Báscula mecánica SECA 711 .....	55
Ilustración 24: NeuroCom Basic Balance Master .....	56

## **Anexo II: Índice de gráficos**

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Velocidad de Balanceo ojos abiertos .....	62
Gráfico 2: Velocidad de Balanceo ojos cerrados .....	64
Gráfico 3: Localización del COG-Y con ojos abiertos.....	66
Gráfico 4: Localización del COG-Y con ojos cerrados.....	68

### **Anexo III: Índice de tablas**

## Índice de tablas

Tabla 1: Descripción de los grupos. ....	60
Tabla 2: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos abiertos. ....	61
Tabla 3: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST OA	62
Tabla 4: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST1H OA .....	63
Tabla 5: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos cerrados .....	63
Tabla 6: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST OC.	64
Tabla 7: Análisis de las variaciones de la velocidad de balanceo en POST1H OC .....	65
Tabla 8: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos abiertos .....	65
Tabla 9: Análisis de las variaciones del COG-Y en POST OA .....	67
Tabla 10: Análisis de las variaciones del COG-Y en POST1H OA .....	67
Tabla 11: Datos estadísticos descriptivos de la velocidad de balanceo en el plano sagital con ojos cerrados. ....	68
Tabla 12: Análisis de las variaciones del COG-Y en POSTOC .....	69
Tabla 13: Análisis de las variaciones del COG-Y en POST1HOC.....	69

## **Anexo IV: Consentimiento informado**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO TRABAJO DE FIN DE GRADO

Yo, D/Dña. .... (En adelante *el paciente*) con N° DNI: .....he sido informado/a de los siguiente:

Que **D. Luis Felipe Cucurella Vidal**, Alumno de 4º de Grado de Fisioterapia realiza su Proyecto de Fin de Grado de la Universidad Francisco de Vitoria.

Para el cual se necesita realizar una evaluación de equilibrio y tratamiento con kinesiotape en la zona lumbar (aplicación de 1 o 2 tiras de esparadrapo) y que puede presentar los siguientes efectos tanto beneficiosos como perjudiciales para el paciente.

Efectos beneficiosos de esta técnica: relajación y analgesia de la zona lumbar.

Este método puede tener los siguientes efectos perjudiciales: Puede aparecer alguna reacción alérgica al esparadrapo o su pegamento, y puede irritar la piel a la hora de su retirada.

Además se realizarán tres evaluaciones sobre una plataforma metálica cuadrada de 6,5 cm de altura, sobre la que tendrá que permanecer 3 periodos de 10 segundos con los ojos abiertos y otros 3 periodos de 10 segundos con los ojos cerrados.

En esta prueba, por alteraciones del equilibrio propias del paciente, este podría sufrir una caída con las consecuencias propias de esta.

Así mismo, comprendo y conozco las indicaciones generales de la técnica o tratamiento y las contraindicaciones generales de la técnica y tratamiento.

Y he podido realizar todas las preguntas que he creído convenientes y me han sido resueltas todas las dudas por parte del estudiante que realiza dicho trabajo mencionado antes.

Este estudio y trabajo cumple con los criterios éticos mínimos en investigación científica.

En el trabajo del proyecto de Fin de Grado no aparecerán en ningún caso los datos personales de los pacientes y el estudio se limitará a proporcionar datos estadísticos y disociados que no contendrán ningún dato de carácter personal protegido por la Ley de protección de Datos personales 15/1999 de 13 de diciembre.

Los datos que en este consentimiento se almacenarán en un fichero automatizado responsabilidad del estudiante y serán destruidos una vez finalizada la relación aquí consentida. Si desea ejercitar los derechos de acceso rectificación cancelación y oposición deberá dirigirse directamente al estudiante a la dirección postal abajo indicada.

En Pozuelo de Alarcón, a..... de..... de 2015

Fdo. ....

Paciente

Fdo:.....

Estudiante

## **Anexo V: Hoja informativa para el paciente**

## **HOJA INFORMATIVA PARA EL PACIENTE.**

**D. Luis Felipe Cucurella Vidal**, Alumno de 4º de Grado de Fisioterapia realiza su Proyecto de Fin de Grado de la Universidad Francisco de Vitoria.

Para el cual se necesita realizar una evaluación de equilibrio y tratamiento con kinesiotape en la zona lumbar (aplicación de 1 o 2 tiras de esparadrapo) y que puede presentar los siguientes efectos tanto beneficiosos como perjudiciales para el paciente.

Efectos beneficiosos de esta técnica: relajación y analgesia de la zona lumbar.

Este método puede tener los siguientes efectos perjudiciales: Puede aparecer alguna reacción alérgica al esparadrapo o su pegamento, y puede irritar la piel a la hora de su retirada.

Además se realizarán tres evaluaciones sobre una plataforma metálica cuadrada de 6,5 cm de altura, sobre la que tendrá que permanecer 3 periodos de 10 segundos con los ojos abiertos y otros 3 periodos de 10 segundos con los ojos cerrados.

En esta prueba, por alteraciones del equilibrio propias del paciente, este podría sufrir una caída con las consecuencias propias de esta.

Así mismo, comprendo y conozco las indicaciones generales de la técnica o tratamiento y las contraindicaciones generales de la técnica y tratamiento.

Y he podido realizar todas las preguntas que he creído convenientes y me han sido resueltas todas las dudas por parte del estudiante que realiza dicho trabajo mencionado antes.

Este estudio y trabajo cumple con los criterios éticos mínimos en investigación científica.

En el trabajo del proyecto de Fin de Grado no aparecerán en ningún caso los datos personales de los pacientes y el estudio se limitará a proporcionar datos estadísticos y disociados que no contendrán ningún dato de carácter personal protegido por la Ley de protección de Datos personales 15/1999 de 13 de diciembre.

Los datos que en el consentimiento que debe firmar el paciente, previo a la participación en el estudio, se almacenarán en un fichero automatizado responsabilidad del estudiante y serán destruidos una vez finalizada la relación consentida. Si el paciente deseara ejercitar los derechos de acceso rectificación cancelación y oposición deberá dirigirse directamente al estudiante a la dirección postal abajo indicada.

## **Anexo VI: Índice de abreviaturas**

## Índice de abreviaturas

<b>KT:</b>	Kinesiotape
<b>EX:</b>	Grupo experimental
<b>PL:</b>	Grupo placebo
<b>COG:</b>	Localización del centro de gravedad
<b>COG-Y.</b>	Localización del centro de gravedad en el eje Y, o plano sagital
<b>V:</b>	Velocidad media de balanceo
<b>Pre:</b>	Evaluación previa a la aplicación de kinesiotape
<b>Post:</b>	Evaluación inmediatamente después de la aplicación de kinesiotape
<b>Post1H:</b>	Evaluación a la hora desde la aplicación de kinesiotape
<b>OA:</b>	Condición ojos abiertos
<b>OC:</b>	Condición ojos cerrados