



Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Rev Andal Med Deporte. 2010;3(3):00-00

www.elsevier.es/ramd



Original

El Kinesio Taping® no afecta a la morfología y función vascular en sujetos sanos. Estudio piloto

R. Ramírez-Vélez^a, J.G. Ortega^a, R.A. Agredo Zúñiga^{a,b}, L. Núñez Cuartas^b y C.A. López Albán^b

^aDepartamento de Ciencias Fisiológicas. Universidad del Valle. San Fernando. Cali. Colombia.

^bCentro de investigación en Salud y Rendimiento Humano. Santa Rita. Cali. Colombia.

Historia del artículo:

Recibido el 20 de marzo de 2011

Aceptado el 28 de mayo de 2011

Palabras clave:

Función vascular.

Taping.

Estudio experimental.

Key words:

Vascular function.

Taping.

Experimental study.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar los efectos del Kinesio Taping® (KT) en la morfología y función vascular en sujetos sanos.

Métodos. Estudio experimental en 6 sujetos sanos. Se realizaron mediciones vasculares a través de pletismografía de alta resolución (compliance arterial, módulo elástico, índice beta de rigidez, registro gráfico de la onda de pulso, diámetro arterial sistólico y diastólico, flujo sistólico y diastólico, relación sístole/diástole, índice de resistencia e índice de pulsatilidad) en las extremidades superiores (extremidad control [EC], extremidad intervención [EI]), basales, post-ejercicio, con y sin KT.

Resultados. El promedio de edad de los participantes fue de $21,11 \pm 1,02$ años (rango 18 a 23 años). Se observaron cambios con significancia estadística en el flujo diastólico; relación sístole/diástole; índice de resistencia e índice de pulsatilidad en la EI entre la medida basal frente a la medida post ejercicio con KT, $p < 0,01$. Asimismo, en la EC en la medida basal frente a la medida con ejercicio, $p < 0,01$, en las variables de flujo diastólico, relación sístole/diástole e índice de resistencia. No se observaron diferencias en el índice de rigidez, la compliance arterial y el módulo elástico.

Conclusión. Los hallazgos del presente estudio indican que el KT no logró un efecto sobre el sistema vascular en sujetos sanos. La temporalidad o intensidad entre los procesos fisiológicos que determinan la morfología y fisiología vascular se alteran por otros mecanismos.

© 2011 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

The Kinesio Taping® does not affect vascular function and morphology in healthy subjects. A pilot study

Objective. The purpose of this pilot study is to describe the use of the Kinesio Taping® (KT) method for the upper extremity on vascular function and morphology in healthy subjects.

Methods. Experimental trial in six participants. Vascular measurements were performed by high-resolution plethysmography (arterial compliance, arterial elastic, beta index, pulse wave, arterial systolic and diastolic diameter, systolic and diastolic flow, systole/diastole index, resistance and pulsatility index) in the upper extremity, baseline and post-exercise with and without KT.

Results. The average age of participants was 21.11 ± 1.02 years (range 18 to 23 years). Changes were observed with statistical significance in diastolic flow, systole/diastole, index resistance and pulsatility index in the upper extremity with KT between the baseline values and post exercise, $p < 0.01$. Also in the upper extremity control, between the baseline values and post exercise without KT, in the systolic/diastolic index, index resistance and diastolic flow $p < 0.01$. There were no differences in the others components.

Conclusion. The findings of this study indicate that KT does not affect vascular system in healthy subjects. The timing or intensity between the physiological processes that determine the vascular morphology and physiology are altered by other mechanisms.

© 2011 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

R. Ramírez-Vélez.

Universidad del Valle.

Calle 4B 36-00.

Sede San Fernando Departamento de Ciencias Fisiológicas. Edificio 116.

Santiago de Cali. Valle del Cauca. Colombia.

Correo electrónico: robin640@hotmail.com

Introducción

El Kinesio Taping® (KT) es una técnica utilizada actualmente para el tratamiento y prevención de diversas alteraciones musculoesqueléticas como luxaciones, desgarros músculo-tendinosos, síndromes dolorosos, etc.^{1,2}. Desde su creación en 1973 en Japón³, por el grupo del Dr. Kenso Kase, su uso terapéutico se ha basado en la aplicación de cintas finas elásticas que imitan las propiedades metabólicas de la piel, ajustándose a un segmento corporal, y permitiendo o inhibiendo un movimiento de forma específica. Teóricamente, esta técnica puede ser aplicada en cualquier músculo o articulación, ya que puede estirarse hasta en un 140% de su longitud. No presenta efectos adversos pues las cintas no contienen ningún medicamento y no existe ninguna diferencia física ni química entre los distintos colores del KT⁴⁻⁶.

Estudios recientes han demostrado que el KT tiene importantes efectos sobre los rangos de movilidad articular¹, el reclutamiento de unidades motoras⁷, el dolor y la inflamación². Sin embargo, autores como Fu et al⁸ encontraron que el KT no cambia la fuerza muscular o los rangos de movilidad en atletas jóvenes saludables. Sus creadores, el Dr. Kase et al³, han propuesto los siguientes beneficios: a) proporciona un estímulo de posición a través de la piel, b) alinea los tejidos faciales, c) crea más espacio mediante el levantamiento de la fascia y el tejido blando por encima del área de dolor o inflamación, d) proporciona estimulación sensorial para ayudar o limitar el movimiento y e) ayuda en la eliminación del edema, mediante la eliminación de exudados hacia los conductos linfáticos. Sin embargo, no hay estudios que hayan demostrado estos beneficios.

No obstante y de manera hipotética, una plausible evidencia fisiológica podría explicar en parte algunos de los efectos encontrados por el uso del KT. Para el manejo del dolor, se ha sugerido que esta técnica actúa a través de la teoría de la compuerta¹. Otros autores sugieren una mejoría en la propiocepción⁹⁻¹¹, la función motora¹² y la estabilidad articular¹³ por cambios en la función vascular, aunque esta hipótesis no tiene evidencia científica que la respalde, ya que en la práctica clínica esta técnica es aplicada en conjunto a ejercicios terapéuticos y modalidades físicas. De hecho, tanto los ejercicios terapéuticos como los agentes físicos inducen dilatación arterial, fenómeno denominado hiperemia activa, la cual es dependiente de la vasodilatación mediada por el endotelio y que es independiente de la inervación vascular¹⁴. La hiperemia se produce cuando la dilatación arterial y arteriolar dan lugar a un incremento del flujo sanguíneo (aumento del volumen) hacia los lechos capilares, con la apertura de los capilares inactivos, y se debe en parte a una relajación vascular miogénica y a la liberación de mediadores y metabolitos del tejido intervenido¹⁵, como serotonina, histamina, prostaglandinas¹⁶ y óxido nítrico¹⁷, estas dos últimas actuando en combinación.

Dada la escasa y contradictoria literatura científica sobre el KT, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del KT en la morfología y función vascular de sujetos sanos, con el propósito de comprender los posibles mecanismos responsables que esta técnica pueda inducir sobre el sistema vascular.

Método

Participantes

Se diseñó un estudio experimental en 6 sujetos sanos (3 varones y 3 mujeres) que procedían de una institución de educación superior de la ciudad de Cali (Colombia). La selección se realizó mediante convocatoria

y muestreo por intención y se excluyeron sujetos que presentaran síndromes cardiovasculares o trastornos endocrinos. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante y el Comité Ético del centro académico aprobó el estudio. El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación en humanos (Resolución 00086 del Ministerio de Salud).

Valoración clínica y antropométrica

De cada sujeto se obtuvieron los siguientes datos: a) antecedentes familiares de riesgo cardiovascular y endocrinos (sobrepeso-obesidad, síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial primaria, dislipidemias hereditarias y adquiridas, eventos cardiovasculares en varones menores de 55 años y mujeres menores de 65 años); b) antecedentes personales; c) valoración antropométrica básica (peso y talla) mediante técnica estandarizada y d) medición de la presión arterial evaluada siempre por el mismo explorador y con el mismo instrumento de medida (método oscilométrico Dinamap® Welch Allyn, USA). Las determinaciones se realizaron en el brazo derecho, con el participante acostado cómodamente; el manguito se situó a la altura del corazón, ajustando el tamaño al diámetro del brazo; de cada sujeto se obtuvieron tres determinaciones y se calculó el promedio. Con estos resultados se determinó la presión arterial media mediante la ecuación: presión diastólica + (presión sistólica - presión diastólica)/3. Las citadas mediciones se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del Programa Biológico Internacional, elaborado por el *International Council of Scientific Unions* que recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas^{18,19}.

Mediciones de la morfología y función vascular mediante pletismografía de alta resolución

Se empleó ecógrafo SIEMENS® (SONOLINE G60, USA) con la aplicación denominada EchoTracking®. Las mediciones se llevaron a cabo en la arteria braquial de ambas extremidades, 5 cm por arriba de la articulación del codo, con el participante en decúbito supino, a una temperatura de 22-25° C, de acuerdo con el procedimiento descrito previamente por Celermajer et al²⁰ y Correti et al²¹ (fig. 1A). Se eligió la arteria braquial por ser un segmento corporal importante, cercano a la articulación glenohumeral, y por ser un sitio de mucha incidencia de lesiones. El participante estuvo en decúbito supino al menos 5 minutos antes de iniciar la exploración. El transductor se colocó de forma que la arteria braquial se pudiera observar en sentido longitudinal hasta maximizar los ecos procedentes de la interfase entre la media y la adventicia. Cuando se captó con nitidez esta línea de división, se colocaron los dos trazadores de que dispone el sistema sobre puntos de la interface, diametralmente opuestos. Una vez colocados, estos trazadores se desplazaron al mismo tiempo sobre la pared arterial, lo que permitió obtener un registro de la distancia entre ambos en función del tiempo. Se monitorizó con un electrocardiograma (ECG) durante la exploración para que el sistema pudiera detectar el inicio de la onda de pulso. Con esta técnica se obtuvo: a) registro gráfico de la velocidad vascular sistólica y diastólica; b) diámetro arterial máximo o sistólico (Ds), correspondiente al punto más elevado de cada pulso, momento en que el vaso está sometido a mayor presión (presión arterial sistólica [PAS]) y c) diámetro arterial mínimo o diastólico (Dd), correspondiente al punto más bajo, momento en que el vaso está sometido a menor presión (presión arterial diastólica [PAD])²² (figs. 1B y 1C).

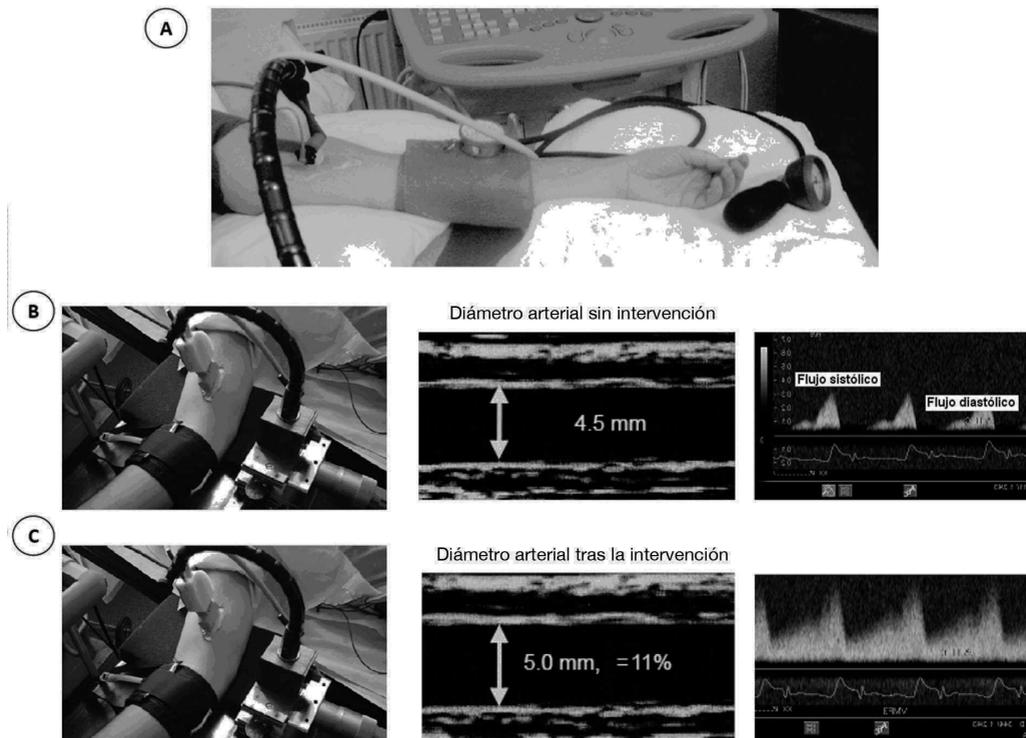


Fig. 1. Evaluación de la función vascular mediante señal con Doppler. A) El diámetro de la arteria braquial, flujo y velocidad vascular se midió en reposo y después de la intervención estática y dinámica con el Kinesio Taping®. B) Se observa el diámetro basal arterial y su dilatación (11%). C) Frente al estímulo del Kinesio Taping® y el ejercicio transitorio.

Todas las medidas las realizó el mismo investigador. Con los datos recogidos, el programa aplicó una serie de ecuaciones para calcular los parámetros relacionados con la elasticidad arterial:

- Complianza arterial (CA) ($\text{mm}^2/\kappa\text{Pa}$) = $\tau (D_s^2 - D_d^2) / 4 (PAS - PAD)$.
- Módulo elástico (E_p) (κPa) = $(PAS - PAD) D_d / (D_s - D_d)$.
- Índice de rigidez (índice β) = $\ln (PAS - PAD) / [(D_s - D_d) / D_d]$.

Intervenciones para estimar los cambios en la morfología y función arterial

Para comprobar el posible efecto vascular del KT los participantes fueron instruidos para que en una de sus extremidades tuviesen la aplicación del método KT –extremidad intervenida (EI)– con tres momentos de medición. Cada medida fue tomada 2 ± 1 minuto, post-intervención:

- 1) MBEL: medida basal en la EI, en reposo y sin la aplicación del KT (línea de base 1).
- 2) MEIKT: medida en la EI, inmediatamente después de aplicar el KT (medida estática).
- 3) MEIEKT: medida en la EI, con KT y después de realizar 50 repeticiones en patrón diagonal y movimiento activo libre al 50% y 80% de la resistencia muscular máxima (RM), para la extremidad superior (medida dinámica).

Como control del experimento se evaluó la otra extremidad sin KT –extremidad control– (EC) con la siguiente secuencia de medición:

- 1) MBEC: medida basal en la EC, en reposo y sin aplicación del KT (línea de base 2).
- 2) MECE: medida en la EC, después de realizar 50 repeticiones en patrón diagonal y movimiento activo libre para la extremidad superior, al 50 y 80% de la RM, sin aplicación del KT (fig. 2).

Técnica Kinesio Taping® utilizada en el estudio

Para la aplicación del KT (Kinesio®) se siguieron las técnicas y protocolos recomendadas por los autores³. Se aplicó la cinta en cinco músculos (supraespinoso, deltoides, bíceps, tríceps, pectoral). Primero, se inició con el supraespinoso, músculo que proporciona principalmente estabilidad escapular que sirvió como estructura de anclaje, 3 cm por debajo de la tuberosidad mayor del húmero sin tensión. El participante realiza una aducción del hombro con flexión del cuello lateral hacia el lado opuesto y el resto de la banda se aplicó a lo largo de la apófisis espinosa de la escápula con tensión ligera (15-25%). En segundo lugar, se aplicó en el músculo deltoides, ubicando la cinta 3 cm por debajo de la tuberosidad deltoidea del húmero sin tensión. Las caras (colas) anterior y posterior recibieron una tensión aproximada entre el 15 y 25%. Se ubicaron a lo largo del borde del músculo deltoides respectivamente, sin tensión. En tercer lugar, se aplicaron cintas a los músculos tríceps y bíceps. Ambas tiras se ubicaron en la tuberosidad anterior por delante y detrás del húmero con tensión entre el 15 y 25%. Finalmente, una cinta en forma de “Y” se ubicó en el músculo pectoral mayor y menor con (15 y 25%) de tensión (fig. 3). La fijación del KT fue realizada por un fisioterapeuta con entrenamiento en la técnica (más de 2 años).

Método estadístico

El tratamiento estadístico se realizó con el programa informático SPSS, versión 15. Los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar. Se llevó a cabo una comparación de medias no paramétricas con el test de Wilcoxon. Para todas las mediciones se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

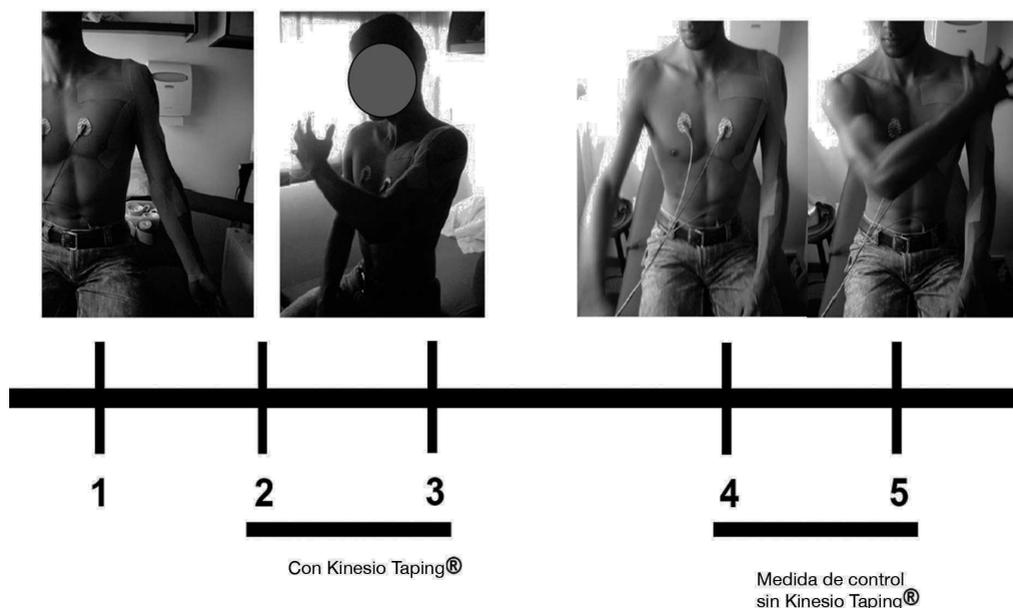


Fig. 2. Diseño del estudio.

Resultados

La muestra incluyó 6 participantes de edades comprendidas entre 18 y 23 años (3 varones y 3 mujeres), media de edad $21,11 \pm 1,02$. En la tabla 1, se presentan los resultados antropométricos, de presión arterial y de frecuencia cardiaca. Todos los parámetros evaluados se encontraban dentro del rango normal para la edad de los participantes.

Se observaron cambios con significación estadística en el flujo diastólico; relación sístole/diástole; índice de resistencia e índice de pulsabilidad en la EI en la medida basal frente a la medida post ejercicio con KT, $p < 0,01$. Asimismo en la EC, comparando la medida basal con la medida con ejercicio, $p < 0,01$, en las variables flujo diastólico, la relación sístole/diástole e índice de resistencia vascular. No se observaron diferencias en el índice de rigidez, la complianza arterial y el módulo elástico, (tabla 2).

Discusión

La pletismografía proporciona un medio simple para obtener medidas de función y estructura vascular. Su utilidad para estudiar en detalle la respuesta vascular ha recibido poca atención y, hasta donde llega nuestro conocimiento, no se ha empleado para evaluar el efecto del KT sobre la morfología y la función vascular. Asimismo, no se conoce el efecto de intervenciones realizadas con ejercicios activos libres en patrón diagonal sumado a técnicas de KT sobre la función vascular y complianza arterial, pero la evidencia experimental sí ha demostrado los efectos de la actividad muscular contráctil sobre la modificación vascular y metabólica¹⁶⁻²⁴.

Se han propuesto diversos índices que permiten caracterizar la función vascular, la rigidez arterial y los efectos de diferentes agentes físicos o intervenciones sobre el sistema vascular. En nuestro trabajo, se encontraron diferencias en el flujo diastólico; la relación sístole/diástole; el índice de resistencia y el índice de pulsabilidad entre la medida basal de la extremidad intervenida (MBEI) y la medida post ejercicio y aplicación de KT en la misma extremidad (MEIEKT), $p < 0,01$. Estas mismas diferencias fueron encontradas en la EC en las variables flujo diastólico; relación sístole/diástole e índice de resistencia vascular, $p < 0,01$. Este fenómeno encontrado a

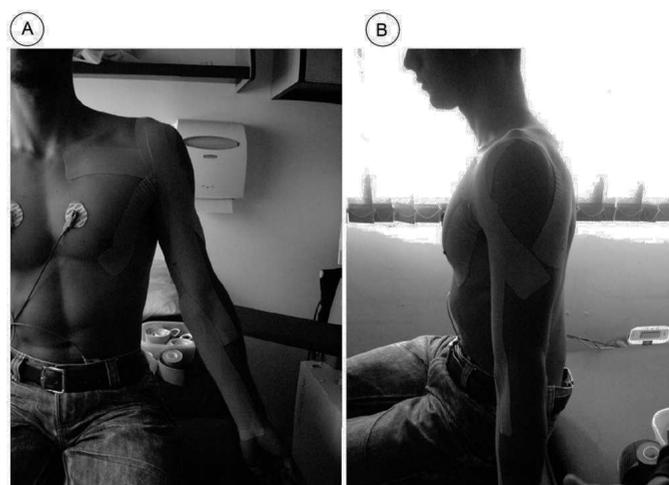


Fig. 3. Técnica Kinesio Taping® utilizada en el estudio.

Tabla 1

Resultados antropométricos, presión arterial y frecuencia cardiaca de los participantes

Variables	Media (\pm) DE
Edad (años)	$21,11 \pm 1,02$
Peso (kg)	$66,50 \pm 1,06$
Talla (cm)	$166,50 \pm 1,77$
IMC (kg/m^2)	$21,31 \pm 0,13$
PAS (mm Hg)	$125,33 \pm 0,24$
PAD (mm Hg)	$73,67 \pm 0,94$
PAM (mm Hg)	$75,56 \pm 0,63$
FC (lpm)	$67,83 \pm 2,24$

DE: desviación estándar; FC: frecuencia cardiaca; IMC: índice de masa corporal; PAD: presión arterial diastólica; PAM: presión arterial media; PAS: presión arterial sistólica.

nivel vascular es explicado por la respuesta del endotelio a las fuerzas del flujo sanguíneo pulsátil y de fricción que son estímulos fisiológicos responsables en parte de la liberación de sustancias vasoactivas como óxido nítrico. Estos hechos se producen durante la actividad muscular contráctil regular y son proporcionales a la intensidad de la misma. Se propone entonces que los ejercicios de activos libres, utilizados en este trabajo, al

Tabla 2
Resultados de los parámetros vasculares de los participantes (n = 6)

Variables	MBEI Línea de base 1	MEIKT	MEIEKT Línea de base 2	MBEC	MECE
Ds (mm)	3,08 ± 0,45	3,08 ± 0,58	3,41 ± 0,63	3,16 ± 0,66	3,38 ± 0,67
Dd (mm)	3,11 ± 0,46	3,16 ± 0,54	3,45 ± 0,67	3,25 ± 0,66	3,51 ± 0,67
Fs (cm/seg ³)	25,53 ± 5,91	31,70 ± 8,17	28,70 ± 14,41	24,01 ± 11,23	31,53 ± 4,67
Fd (cm/seg ³)	2,76 ± 1,41	5,06 ± 2,08	5,40 ± 0,81 ^a	3,25 ± 0,88	4,48 ± 1,02 ^b
S/D	10,49 ± 3,00	6,55 ± 1,17	5,74 ± 1,44 ^a	9,66 ± 3,88	7,20 ± 1,22 ^b
IR	0,89 ± 0,04	0,84 ± 0,02	0,82 ± 0,05 ^a	0,88 ± 0,04	0,85 ± 0,02 ^b
IP	2,14 ± 1,20	1,67 ± 0,61	2,01 ± 0,61 ^a	3,02 ± 1,94	2,24 ± 0,59
Índice de rigidez (β)	52,42 ± 9,12	55,85 ± 19,62	59,01 ± 14,20	50,09 ± 16,77	61,67 ± 22,05
Ca (mm ² /κPa)	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,03	0,09 ± 0,03	0,09 ± 0,02
Ep (κPa)	186,31 ± 30,60	202,09 ± 78,67	209,85 ± 49,32	178,22 ± 59,13	222,17 ± 87,12

CA: complianza arterial; Dd: diámetro arterial mínimo o diastólico; Ds: diámetro arterial máximo o sistólico; Ep: módulo elástico; Fd: flujo diastólico; Fs: flujo sistólico; IP: índice de pulsabilidad; IR: índice de resistencia; S/D: relación sístole/diástole. Ver otras convenciones en métodos.

^aMBEI frente a MEIEKT, p < 0,01.

^bMBEC frente a MECE, p < 0,01.

igual que las contracciones inducidas por la actividad isotónica muscular usando el KT, generan las mismas fuerzas hemodinámicas observadas en los parámetros plestomográficos vasculares. Por lo tanto, se demuestra que los cambios en la morfología y función vascular se alteran por la contracción muscular, como efecto de la reactividad endotelial de los vasos; el tono vascular y la resistencia periférica y no por el KT²³ (tabla 2).

Estos hallazgos son la primera evidencia experimental con técnicas plestomográficas encaminadas a evaluar los cambios en la morfología y función vascular local de la aplicación del KT. El método utilizado en este estudio sólo permite diferenciar el flujo entre los diferentes tejidos, por lo tanto, nuestras opiniones sobre el flujo sanguíneo muscular después de la aplicación del KT son meras conjeturas. Una limitación de nuestro trabajo fue la incapacidad para controlar el flujo vascular durante los ejercicios activos libres y la intensidad con y sin el uso del KT. Debido a esta limitación, cualquier aumento que se hubiese producido durante el tratamiento no fue registrado. Sin embargo, nuestra hipótesis fue comprobar los posibles efectos locales del KT sobre la morfología y función vascular y mantener ese cambio durante un período determinado, por lo tanto esta limitación no parece pertinente.

Finalmente, estas observaciones pueden proporcionar un punto de partida para la realización de estudios clínicos que busquen comprobar diferentes mecanismos que puedan explicar algunos beneficios demostrados en la aplicación del KT⁷⁻¹³. Los futuros estudios deberán explorar otros cambios fisiológicos y metabólicos para identificar los parámetros de estimulación que produciría un efecto máximo, prestando especial atención a la importancia de la magnitud de la tensión y puntos de aclaje de la técnica del KT.

Agradecimientos y financiación

Laboratorio de Proteínas y Enzimas de la Universidad del Valle.

Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

Bibliografía

- 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;38:389-95.

- Jaraczewska E, Long C. Kinesio Taping in stroke: improving functional use of the upper extremity in hemiplegia. *Top Stroke Rehabil.* 2006;13:31-42.
- Kase K, Wallis J, Kase T. Clinical therapeutic applications of the Kinesio Taping method. Tokyo: Ken Ikai Co Ltd; 2003. p. 25-36.
- Kalichman L, Vered E, Volchek L. Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesio taping: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1137-9.
- Chang HY, Chou KY, Lin JJ, Lin CF, Wang CH. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Phys Ther Sport.* 2010;11:122-7.
- Merino R, Mayorga D, Fernández E, Torres-Luque G. Effect of Kinesio taping on hip and lower trunk range of motion in triathletes. A pilot study. *J Sport Health Res.* 2010;2:109-18.
- Stupik A, Dwornik M, Białoszewski D, Zych E. Effect of kinesio taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9:644-51.
- Fu TC, Wong AM, Pei YC, Wu KP, Chou SW, Lin YC. Effect of Kinesio taping on muscle strength in athletes: A pilot study. *J Sci Med Sport.* 2008;11:198-201.
- Yasukawa A, Patel P, Sisung C. Pilot study: investigating the effects of Kinesio Taping in an acute pediatric rehabilitation setting. *Am J Occup Ther.* 2006;60:104-10.
- Murray H, Husk LJ. Effect of kinesio taping on proprioception in the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:A37.
- Osterhues DJ. The use of Kinesio Taping in the management of traumatic patella dislocation. A case study. *Physiother Theor Pract.* 2004;20:267-70.
- Frazier S, Whitman J, Smith M. Utilization of kinesio tex tape in patients with shoulder pain or dysfunction: a case series. *Advanced Healing.* 2006;18-20.
- Yoshida A, Kahanov L. The effect of kinesio taping on lower trunk range of motions. *Res Sports Med.* 2007;15:103-12.
- Duff F, Shepherd JT. The circulation in the chronically denervated forearm. *Clin Sci.* 1953;12:407-16.
- Shepherd JT. Circulation to skeletal muscle. En: Shepherd JT, Abboud FM, editores. *Handbook of physiology. The cardiovascular system. Peripheral circulation and organ blood flow.* Bethesda, MD: American Physiological Society; 1983. p. 319-70.
- Kilbom A, Wennmalm A. Endogenous prostaglandins as local regulators or blood flow in man: effect of indomethacin on reactive and functional hyperaemia. *J Physiol Lond.* 1976;257:109-21.
- Engelke KA, Halliwill JR, Proctor DN, Dietz NM, Joyner MJ. Contribution of nitric oxide and prostaglandins to reactive hyperemia in human forearm. *J Appl Physiol.* 1996;81:1807-14.
- Lohman JG, Slaughter MH, Boileau RA, Bunt J, Lussier L. Bone mineral measurements and their relation to body density in children, youths and adults. *Hum Biol.* 1984;56:667-9.
- Weiner JS, Lourie JA. *Practical human biology.* Londres: Academic Press; 1981. p. 53-70.
- Celermajer DS, Sorensen KE, Gock WM. Non invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet.* 1992;340:1111-5.
- Correti CM, Anderson TJ. Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: A report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:257-65.
- Smith JJ, Kampine JP. *Circulatory physiology: the essentials.* 2nd ed. Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1984. p. 17.
- Otto ME, Svatikova A, Barretto RB, Santos S, Hoffmann M, Khandheria B, et al. Early morning attenuation of endothelial function in healthy humans. *Circulation.* 2004;109:2507-10.
- Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TA. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1528-53.