

## **INFLUENCIA DE LOS MÚSCULOS GEMELOS EN EL TEST SIT-AND-REACH TRAS LA APLICACIÓN DE KINESIO TAPE EN TRIATLETAS. UN ESTUDIO PILOTO.**

### **INFLUENCE OF THE GASTROCNEMIUS MUSCLE ON THE SIT-AND-REACH TEST AFTER APPLICATION OF KINESIO TAPING IN TRIATHLETES. A PILOT STUDY.**

**Autor:**

Merino Marban, R.<sup>(1)</sup>; Mayorga Vega, D.<sup>(2)</sup>; Fernández Rodríguez, E.<sup>(1)</sup>; Santana Pérez, F.J.<sup>(2)</sup>.

**Institución:**

<sup>(1)</sup> Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Málaga [rmertino@uma.es](mailto:rmertino@uma.es)

<sup>(2)</sup> Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Málaga

**Resumen:** Aunque la prueba Sit-and-Reach ha sido ampliamente utilizada para valorar la extensibilidad isquiotibial y/o lumbar, se ha observado que el acortamiento de los músculos gemelos podría afectar a los valores alcanzados en dicha prueba. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de los gemelos en el resultado del Sit-and-Reach tras la aplicación de Kinesio taping en triatletas. Diez triatletas voluntarios sanos (8 hombres y 2 mujeres; edad  $22,70 \pm 10,56$  años; masa  $65,76 \pm 14,62$  kg; talla  $171,10 \pm 7,28$  cm; IMC  $22,28 \pm 3,57$ ) participaron en el estudio. El test Sit-and-Reach fue usado para evaluar a todos los participantes bajo dos condiciones: con Kinesio tape y Sin tape. Un kinesio tape de color rosa de 5 cm de ancho fue aplicado en los músculos gemelos de ambas piernas con la técnica en "Y". Una *t de Student* para muestras dependientes fue usada para comparar las dos condiciones del estudio. El nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$ . Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,01$ ) para los

valores del test Sit-and-Reach con la aplicación del Kinesio taping en los músculos gemelos en comparación a los obtenidos sin su aplicación. El estado de los músculos gemelos condicionan los resultados del Sit-and-Reach. El test SR debería ser utilizado para valorar la flexibilidad general activa de la *cadena muscular posterior*.

### **Palabras Clave:**

Flexibilidad, Extensibilidad, Rango de movimiento, Kinesio tape, Kinesiotaping, Técnicas de vendaje.

**Abstract:** Although the test Sit-and-Reach has been widely used to assess hamstring and lumbar extensibility, it was observed that shortening of the gastrocnemius muscle could affect the values obtained in this test. The aim of this study was to evaluate the influence of the gastrocnemius muscle on the outcome of Sit-and-Reach after application of Kinesio taping in triathletes. Ten triathletes healthy volunteers (8 men and 2 women; age  $22.70 \pm 10.56$  years, body mass  $65.76 \pm 14.62$  kg, height  $171.10 \pm 7.28$  cm, BMI  $22.28 \pm 3.57$ ) participated in the study. The test Sit-and-Reach was used to assess all participants under two conditions: Kinesio tape and without tape. A pink Kinesio tape 5 cm wide was applied to the gastrocnemius muscle of both legs with the technique in "Y". A *T-Student test* for dependent samples was used to compare the two study conditions. The level of significance was set at  $p < 0.05$ . Differences were statistically significant ( $p = 0.01$ ) for Sit-and-Reach test values to the application of Kinesio taping in the gastrocnemius muscle compared to those obtained without the tape. The state of the gastrocnemius muscle conditions the results of Sit-and-Reach. The Sit-and-Reach test should be used to assess the overall flexibility active of the posterior muscle chain.

### **Key Words:**

Flexibility, Extensibility, Range of motion, Kinesio tape, Kinesiotaping, Taping techniques.

## 1. INTRODUCCIÓN

El triatlón es un deporte popular que combina natación, ciclismo y carrera en un solo evento. La realización correcta de determinados gestos técnicos requiere unos valores altos de flexibilidad en determinadas zonas articulares (Cejuela et al., 2007). Requiere de una *flexibilidad de trabajo o funcional* (Merino and Fernández, 2009) suficiente para ejecutar todos los movimientos necesarios (Matveev, 2001). La movilidad en la articulación del tobillo resulta indispensable, principalmente, tanto para el estilo crol de nado como para posibilitar una buena reactividad en el impulso de la carrera a pie (Cejuela et al., 2007).

La flexibilidad y el componente elástico son determinantes en el triatlón porque en condiciones de fatiga la frecuencia y amplitud de zancada se ven perjudicadas, teniendo que realizar un trabajo de mejora de la elasticidad de la musculatura flexora y extensora de la cadera, rodilla y tobillo, que nos permita una mayor amplitud de movimiento y una mayor relajación en situación de fatiga (Cejuela et al., 2007). Asimismo, en el triatlón el estiramiento se ha convertido en una estrategia primordial de prevención de lesiones (Gosling et al., 2008).

El Kinesio taping (KT) es una técnica alternativa de vendaje que, basándose en las funciones del mismo, mejoraría el rango de movimiento (Kase et al., 1996; Sijmonsma, 2007) gracias a la disminución del tono en los músculos sobre los que se aplica (Merino et al., 2010), pudiendo ser aplicado teóricamente a cualquier músculo o articulación (Thelen et al., 2008). Así diversos estudios han encontrado mejoras en la flexibilidad como consecuencia de la aplicación del KT (Ebbers and Pijnappel, 2006; Yoshida and Kahanov, 2007; McConnell and McIntosh, 2009; Hsu et al., 2009; Merino et al., 2010).

La prueba Sit-and-Reach (SR) ha sido ampliamente utilizada en diversos estudios para valorar la extensibilidad isquiotibial y lumbar (Arregui and Martínez, 2001; Sanz, 2002; Canda Moreno et al., 2004; López-Miñarro et al., 2008). Sin embargo, diversos autores han encontrado que dicha prueba no

permite una valoración separada de los múltiples grupos musculares involucrados (gemelos, isquiotibiales, rotadores de las caderas, erectores de la columna, principalmente) (Liemohn et al., 1997; Laurence et al., 1999; Rubinfeld et al., 2002; Mookerjee et al., 2003; Kawano et al., 2010), pertenecientes a la denominada *cadena muscular posterior* (Campignon, 2002; Souchard, 2005; Busquet, 2006), circunstancia que condiciona los resultados obtenidos. Por ello, se sugiere que el acortamiento de los músculos gemelos podría afectar a los valores alcanzados en la prueba SR (Rubinfeld et al., 2002; Kawano et al., 2010).

En consecuencia, el objetivo de la presente investigación será evaluar la influencia de los gemelos en el resultado del SR tras la aplicación de KT en triatletas. Se planteó la hipótesis de que el estado de los gemelos condicionaría las marcas del SR mejorando tras la aplicación del KT.

## 2. MÉTODOS

### Sujetos

Diez triatletas voluntarios sanos (8 hombres y 2 mujeres; edad  $22,70 \pm 10,56$  años; peso  $65,76 \pm 14,62$  kg; talla  $171,10 \pm 7,28$  cm; IMC  $22,28 \pm 3,57$ ) participaron en el presente estudio. El estudio fue realizado de acuerdo con las recomendaciones de Helsinki (2008) y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga. Los participantes fueron informados del protocolo y del procedimiento antes de su participación, obteniéndose el consentimiento informado de todos ellos. En este estudio se establecieron los siguientes criterios de exclusión (Ayala and Sainz de Baranda, 2008; López-Miñarro et al., 2008): a) Padecer patología alguna que pudiera verse agravada por la realización de este estudio; b) Presentar limitaciones músculo esqueléticas; c) Presentar dolor raquídeo o coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los test; d) Sufrir dolores musculares en el momento de las valoraciones.

### Procedimiento

Un diseño pre-experimental fue usado para evaluar la posible influencia de los gemelos en las marcas del SR tras aplicarles KT con la técnica en “Y”. Todas las medidas fueron realizadas durante la misma sesión de evaluación (de 18 a 20 h) en una sala de entrenamiento del club. Los sujetos fueron examinados en bañador y con los pies descalzos. No realizaron ejercicios de activación o estiramientos previamente a la valoración.

Los atletas realizaron dos series de tres repeticiones de valoración de la extensibilidad en el test SR. Entre cada serie hubo un tiempo de 30 min de descanso, considerado suficiente para minimizar los efectos del aprendizaje (López-Miñarro et al., 2007, 2008, 2009; Castro-Piñero et al., 2009), y entre cada repetición un periodo de un minuto. Durante el tiempo de descanso entre series un fisioterapeuta experimentado aplicó el KT en los músculos gemelos de ambas piernas. El test se realizó en todos los participantes bajo dos condiciones (Kinesio tape y Sin tape). Todos los sujetos realizaron el test primero sin la aplicación del KT y en segundo lugar con su aplicación.

Las medidas fueron tomadas por un explorador experimentado, con la ayuda de otro explorador encargado de fijar las rodillas, siguiendo las directrices establecidas para el protocolo (Ministerio de Educación y Ciencia, 1992) (Figura 1). Un cajón Sit and Reach (Eveque®; 34 cm de ancho y de alto, y 36 cm de largo) de un cm de precisión fue empleado para medir la flexibilidad. En el cajón empleado el valor cero cm coincidía con la tangente de los pies, considerándose valores positivos cuando se sobrepasaba dicha línea y negativos cuando no se llegaba.



Figura 1. Evaluación de la flexibilidad mediante el test Sit-and-Reach.

Un kinesio tape (Kinesiology tape®, Corea) de color rosa de 5 cm de ancho fue aplicado en ambas piernas con la técnica en “Y” (Kase, 1994; Kase et al., 2003; Sijmonsma, 2007) (Figura 2). La base del esparadrapo fue colocada sin estirar y en una posición corporal neutra, justo distal de la inserción del músculo para obtener un efecto relajante. Seguidamente, con el músculo estirado las tiras funcionales fueron aplicadas alrededor del vientre muscular manteniendo únicamente el estiramiento previo del 10% con el que viene pegado el esparadrapo en el papel. Después, los anclajes fueron aplicados sin estirar, justo proximal de la inserción del músculo en posición corporal neutra (Sijmonsma, 2007). Para saber la longitud del tape se midió en posición estirada desde el calcáneo hasta justo pasado el hueco poplíteo. Los principales pasos llevados a cabo fueron los siguientes (Sijmonsma, 2007):

- *Primer paso.* Aplicar en posición neutra la base en el calcáneo
- *Segundo paso.* Decúbito prono. El sujeto con las rodillas extendidas se le realiza una flexión dorsal máxima del tobillo y aplicar ambas tiras (medial y lateral) alrededor del vientre muscular hacia el hueco poplíteo.
- *Tercer paso:* Fijar los anclajes en posición neutra.



Figura 2. Kinesio taping sobre la musculatura de los gemelos con la técnica en “Y”

## Análisis estadístico

Métodos estadísticos descriptivos fueron usados para calcular la media y las desviaciones estándar. Dado que la escala de medida es cuantitativa, la prueba de Wilcoxon mostró resultados significativos, y la distribución fue normal, para proporcionar una mayor inferencia al estudio una *t de Student* para muestras dependientes se utilizó para comparar las dos condiciones del estudio (Kinesio tape, Sin tape). El mejor resultado de cada serie fue usado para el análisis estadístico. La variable analizada fue la extensibilidad de los gemelos mediante el test SR. El nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$ . El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS versión 15.0 (SPSS® Inc., Chicago, IL).

## 3. RESULTADOS

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para los valores del test Sit and Reach con la aplicación del Kinesio taping con la técnica en “Y” en los músculos gemelos en comparación a los obtenidos sin la aplicación del KT (Tabla 1). No se produjeron lesiones durante el presente estudio.

Condición	Sujetos (n)	Media	DE	EM	p
Sin KT	10	5,05 cm	7,12	2,25	0,01
Con KT	10	6,70 cm	7,67	2,43	

Tabla 1. Comparación de los valores del SR entre las dos condiciones de taping y resultado de la aplicación del test t de Student para muestras relacionadas Nota. DE: Desviación estándar; EM: Error típico de la media

## 4. DISCUSIÓN

El presente estudio encuentra que el estado de la musculatura de los gemelos puede influir de forma estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en los

resultados del test SR en triatletas. De forma similar diversos autores han observado la influencia de múltiples grupos musculares (Liemohn et al., 1997; Laurence et al., 1999; Rubinfeld et al., 2002; Mookerjee et al., 2003; Kawano et al., 2010) pertenecientes a la *cadena muscular posterior* (Campignon, 2002; Souchard, 2005; Busquet, 2006) en dicha prueba, además de los ya tradicionalmente estudiados (isquiotibiales y lumbares) (Arregui and Martínez, 2001; Sanz, 2002; Canda Moreno et al., 2004; López-Miñarro et al., 2008).

Rubinfeld et al. (2002) realizaron una investigación en la que modificaron el cajón SR para poder pasar el test con 3 ángulos distintos en los tobillos (90°, 60° y 50°). Los autores encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre las pruebas a 90°, 60° y 50°. Concluyen que las diferencias entre las pruebas con distintas angulaciones de tobillo pueden en parte ser atribuidas a la reducción de la tensión en los músculos gemelos durante la flexión pasiva plantar. Kawano et al. (2010) en un estudio con 200 sujetos sanos de  $21,2 \pm 1,7$  años de edad sobre la influencia de los gemelos en la prueba SR demostraron la influencia de los gemelos, por lo que sugieren que el SR se realice con movilidad libre en las articulaciones del tobillo.

Asimismo, Liemohn et al. (1997) en una investigación con 105 estudiantes universitarios en la que modificaron el cajón SR encontraron que se alcanzaban valores significativamente mayores en la prueba cuando el tobillo se situaba en flexión plantar. Mookerjee et al. (2003) en un estudio sobre la actividad EMG de la musculatura asociada (gastrocnemio, semimembranoso, glúteo mayor, y erector espinal) durante varias pruebas de flexibilidad, concluyen que la realización del SR implica a todos estos músculos. Laurence et al. (1999) en su estudio sobre las modificaciones del protocolo del SR concluyen que el test no permite una valoración separada de los cuatro grupos musculares involucrados (erectores de la columna, rotadores de la cadera, isquiotibiales y gemelos).

A pesar de que la prueba SR ha sido ampliamente utilizada para valorar la extensibilidad isquiotibial y lumbar (Arregui and Martínez, 2001; Sanz, 2002; Canda Moreno et al., 2004; López-Miñarro et al., 2008), diversos estudios

demuestran que no se neutraliza el efecto limitante que sobre los valores alcanzados ejercen otros músculos como los gemelos (Liemohn et al., 1997; Laurence et al., 1999; Rubinfeld et al., 2002; Mookerjee et al., 2003; Kawano et al., 2010). No obstante, estos estudios no indican en qué grado los gemelos modifican los valores obtenidos. Por ello, debido a la influencia de numerosos grupos musculares, unido a los bajos niveles de validez encontrados en la extensibilidad de los isquiotibiales y lumbares (Hoeger and Hopkins, 1992; Hopkins and Hoeger, 1992; Baltaci et al., 2003; Lemmink et al., 2003) el test SR debería ser utilizado para valorar la flexibilidad general activa (Benavent et al., 2008) de la *cadena muscular posterior* (Campignon, 2002; Souchard, 2005; Busquet, 2006).

## 5. CONCLUSIÓN

Los valores del Sit-and-Reach están influidos significativamente con la aplicación del Kinesio taping en los gemelos en triatletas. El estado de los músculos gemelos condiciona los resultados del SR. El test SR debería ser utilizado para valorar la flexibilidad general activa de la *cadena muscular posterior*.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arregui, J.A., and Martínez, V. (2001). Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1(2), 127-135.

Asociación Médica Mundial (2008). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [en línea]. Disponible en: <http://www.wma.net/en/10home/index.html> [Consultado el 13 de noviembre de 2008].

- Ayala F., Sainz de Baranda P. (2008). Effect of duration and technique of hamstring stretching on hip flexion range of motion. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8 (3), 93-99.
- Baltaci, G., Un, N., Tunay, V. and Besler, A. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 59-61.
- Benavent, J., Tella, V., González-Millan, I. and Colado, J. C. (2008). Comparación de diferentes tests de campo para la evaluación de la flexibilidad general activa. *Fitness & Performance Journal*, 7 (1), 26-29.
- Busquet, L. (2006). *Las cadenas musculares. Tronco, columna cervical y miembros superiores. Tomo I* (8ª ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Campignon, F. (2002). *Cadenas musculares y articulares. Concepto G.D.S. Aspectos biomecánicos*. Alicante: Lencina-Verdú Editores Independientes
- Canda Moreno, A. S., Heras Gómez, E., and Gómez Martín, A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13 (4), 148-154.
- Castro-Piñero, J., Chillón, P., Ortega, F.B., Montesinos, J.L., Sjöström, M. and Ruiz, J.R. (2009). Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach and Modified Sit-and-Reach Test for Estimating Hamstring Flexibility in Children and Adolescents Aged 6-17 Years. *International Journal Sports Medicine*, 30, 658-662.
- Cejuela, R., Pérez, J. A., Villa, J. G., Cortell, J. M. and Rodríguez, J. A. (2007). Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint. *Journal of Human Sport & Exercise*, 2 (2), 1-25.
- Ebbers J. and Pijnappel, H. (2006). De invloed van Curetape op de sitandreach-test. *Spormassage International*, 8, 1-6.

- Gosling, C., Gabbe, B. and Forbes, A. (2008). Triathlon related musculoskeletal injuries: The status of injury prevention knowledge. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11 (4), 396-406.
- Hoeger, W. W. and Hopkins, D. R. (1992). A comparison of the sit and reach and modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 63 (2), 191-195.
- Hopkins, D. R. and Hoeger, W. W. (1992). A comparison of the sit and reach and modified sit and reach in the measurement of flexibility for males. *The Journal of Applied Sports Science Research*, 6 (1), 7-10.
- Hsu, Y. H., Chen, W. Y., Hsiu-Chen, L., Wendy, T. J. W. and Yi-Fen, S. (2009) (In Press). The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
- Kase, K. (1994). *Illustrated Kinesio-Taping*. (2<sup>a</sup> ed.). Tokyo: Ken'i-kai Information.
- Kase, K., Hashimoto, T., and Okane, T. (Ed.) (1996). *Kinesio taping perfect manual: Amazing taping therapy to eliminate pain and muscle disorders*. Albuquerque: KMS, LLC.
- Kase, K., Wallis, J., Kase, T. (Ed.) (2003). *Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method*. Tokyo: Ken'i-kai Information.
- Kawano, M. M., Ambar, G., Oliveira, B. I. R., Boer, M. C., Cardoso, Al. P. R. G., and Cardoso, J. R. (2010). Influence of the gastrocnemius muscle on the sit-and-reach test assessed by angular kinematic analysis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14 (1), 10-15.
- Laurence, E. H., Pelma, T. W. and Burke, D. G. (1999). Modifications to the Standard sit-and-reach flexibility protocol. *Journal of Athletic Training*, 34 (1), 43-47.
- Lemmink, K. A., Kemper, H. C., De Greef, M. H., Rispens, P. and Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-

- reach test in middle-aged to older men and women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 74 (3), 331-336.
- Liemohn, W., Martin, S. B. and Pariser, G. L. (1997). The effect of Ankle Posture on Sit-and-Reach Test Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(4), 239-241.
- López Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda Andújar, P., Rodríguez García, P.L. and Ortega Toro, E. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10 (6), 456-462
- López-Miñarro P. A., Sainz de Baranda Andújar P., Yuste-Lucas, J. L. and Rodríguez García, P. L. (2008). Validity of the unilateral sit-and-reach test as measure of hamstring muscle extensibility. Comparison with other protocols. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8 (3), 87-92.
- López-Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda Andújar, P. and Rodríguez-García, P.L. (2009). A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 116-122
- Matveev, L. P. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- McConnell, J. and McIntosh B. (2009). The effect of tape on glenohumeral rotation range of motion in elite junior tennis players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19 (2), 90-94.
- Merino Marbán, R. and Fernández Rodríguez, E. (2009). Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16 (5), 52-70.
- Merino, R., Mayorga, D., Fernández, E. and Torres-Luque, G. (2010). Effect of Kinesio taping on hip and lower trunk range of motion in triathletes. A pilot study. *Journal of Sport and Health Research*, 2 (2), 109-118.

Ministerio de Educación y Ciencia (1992). *EUROFIT: Test Europeo de Aptitud Física*. Madrid: Consejo de Europa.

Mookerjee, S., Mills, S., Millard, R., Nishimura, H., Armillei, R. and Marotta, G. (2003). EMG analysis of muscle activity during flexibility tests. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (5), 126.

Rubinfeld, M. J., Wygand, J. and Otto, R. M. (2002). Hamstring flexibility as assessed by multiple angle sit & reach box apparatus. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (5), S151.

Sanz, I. (2002). Natación y flexibilidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2(6), 128-142.

Sijmonsma, J. (Ed.) (2007). *Manual de taping neuro muscular*. Portugal: Aneid press.

Souchard, P. E. (2005). *Stretching Global Activo. Tomo I* (5ª edición). Badalona: Paidotribo.

Thelen M. D., Dauber, J. A., Stoneman, P. D. (2008). The Clinical Efficacy of Kinesio Tape for Shoulder Pain: A Randomized, Double-Blinded, Clinical Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38 (7), 389-395.

Yoshida, A. and Kahanov, L. (2007). The Effect of Kinesio Taping on Lower Trunk Range of Motions. *Sports Medicine*, 15 (2), 103-112.