



FUNDACION H.A.BARCELO
FACULTAD DE MEDICINA

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO: Efectos del estiramiento estático de la musculatura isquiosural en el rendimiento del salto vertical en jugadores de Futsal de primera división del Club Atlético River Plate: Estudio clínico.

AUTOR/ES: de Paolis, Luciano Ángel

ASESOR/ES DE CONTENIDO: Lic. Cristina Tognolini

ASESOR/ES METODOLÓGICO: Lic. Oscar Ronzio

FECHA DE LA ENTREGA: 11-02-2014

CONTACTO DEL AUTOR: lucciodp@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: Se puede definir a la flexibilidad como la amplitud o grado de movimiento de una articulación. Mediante el estiramiento como parte componente de la entrada en calor, se logra un incremento en el rango articular. Para su medición se puede utilizar el test de flexibilidad Sit and Reach el cual posee una alta fiabilidad. El método más empleado para medir la potencia de los miembros inferiores es el salto vertical. Las modalidades de salto más utilizadas son dos, Squat Jump y con contramovimiento. Para calcular la altura del salto se pueden utilizar diferentes metodologías basadas en, la medición de la distancia entre dos marcas, en los registros de fuerza-tiempo, y en la medición del tiempo de vuelo por medio de una alfombra de contacto. El objetivo de este trabajo es analizar la existencia de una correlación entre la variación de la longitud de la musculatura isquiosural y la potencia muscular en el salto vertical así como también la magnitud de la misma. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio en el plantel masculino de Futsal, primera división, del Club Atlético River Plate. Participaron 11 jugadores con edades comprendidas entre los 18 y 32 años y pesos corporales entre 56,6 y 82,3 kgs. El estudio se dividió en tres fases. Primero se midió la longitud inicial de la musculatura isquiotibial y la altura de salto vertical. Segundo se realizó un plan de estiramiento de isquiotibiales y tercero se repitió la primera fase. **Resultados:** El análisis estadístico arrojó una diferencia extremadamente significativa en la flexibilidad ($P < 0.0001$) y en la saltabilidad ($P < 0.0036$). **Discusión y conclusión:** El hallazgo principal fue que hubo una mejora en la extensibilidad en la musculatura isquiosural y esto repercutió en la altura del salto, luego del programa de estiramiento realizado por los jugadores.

Palabras claves: Flexibilidad. Musculatura isquiosural. Potencia de miembros inferiores. Salto vertical.

ABSTRACT

Introduction: You can define flexibility as the extent or degree of movement of a joint. By stretching as a component of the warm, you can achieve an increase in the joint range. To measure this you can use the flexibility test Sit and Reach which has high reliability. The most used method for measuring the strength of the legs is vertical jump. Leap modalities used are two, Squat Jump and countermovement. To calculate the height of the jump different methodologies based on the measurement of the distance between two marks can be used, the strength-time records, and measuring the time of flight through a contact mat. The aim of this paper is to analyze the existence of a correlation between the variation of the length of the hamstring muscle strength and vertical jump as well as the magnitude of it. **Materials and Methods:** A study was made in the Club Atlético River Plate, with the Futsal squad. Eleven players aged between 18 and 32 years and body weights between 56.6 and 82.3 kg did this study. It was divided into three phases. First the initial length of the hamstring muscles and the vertical jump height was measured. Second a plan hamstring stretch was performed and third, the first phase was repeated. **Results:** Statistical analysis showed a highly significant difference in flexibility ($P < 0.0001$) and saltabilidad ($P < 0.0036$). **Discussion and conclusion:** The main finding was that there was an improvement in hamstring muscle extensibility and this affected the height of the jump, after the stretching program made by the players.

Key words: Flexibility. Hamstring muscle. Power in inferior limbs. Vertical jump.

INTRODUCCIÓN

Podemos definir de un modo sencillo a la flexibilidad como la amplitud o grado de movimiento de una articulación la cual se ve afectada por la acción limitante de masa muscular y adiposa, ligamentos, tendones, capsula, etc. Por otra parte hay una serie de factores no modificables que juegan un papel importante en la flexibilidad como lo son la edad y el sexo, y factores hereditarios como el ambiente, la temperatura o el nivel individual de entrenamiento.(1)

El acortamiento de la musculatura isquiosural tendría origen en su condición poliarticular y en su característica tónico postural.(2)

El riesgo de generar lesiones musculares tales como distensiones, desgarros, tendinopatías y dolores en la región dorsal baja se ven claramente aumentados, a la vez que el rendimiento deportivo se ve disminuido. Esta disminución se manifiesta en una menor precisión por la ejecución de gestos deportivos específicos tales como el remate y el pase.(1, 3)

El estiramiento puede formar parte de la entrada en calor y como resultado se obtiene un incremento en el rango articular, aumento de la fluidez y la velocidad de los movimientos, así como también aumenta la fuerza y disminuye el riesgo de generar lesiones.(3, 4)

En el ámbito deportivo, por todo lo antes mencionado, tiene amplia importancia mensurar la flexibilidad. Se pueden mencionar la medición goniométrica o mediante estudios radiográficos, pero por falta de fiabilidad y por el elevado costo, se han descartado. Uno de los métodos frecuentemente más utilizado es el *sit and reach* test. El cual goza de una alta fiabilidad y moderada validez.(3, 5)

Revisiones sistemáticas recientes han sugerido que el estiramiento muscular previo a un test o ejercicio puede disminuir la fuerza muscular obteniendo así rendimientos inferiores a los esperados.(6)

El método más utilizado para medir la potencia de los miembros inferiores es el salto vertical. Este salto se realiza bajando a una posición de sentadilla y luego de una leve pausa saltar hacia arriba tan alto y rápido posible, evitando realizar un salto hacia abajo antes de saltar hacia arriba y colocando las manos en las caderas o detrás de la espalda.(7, 8)

Las modalidades de salto más utilizadas para este test son dos: el salto desde sentadillas denominado *Squat Jump* y el salto con contra movimiento. El segundo involucra el movimiento de los miembros superiores, cosa que se prefirió evitar por lo que se ha elegido el primero de los mencionados y de este modo evaluar en forma totalmente aislada al tren inferior.(7)

Para calcular la altura del salto se pueden utilizar diferentes metodologías basadas: en la medición de la distancia entre dos marcas a partir de un haz de luz infrarrojo, emitido desde un cinturón sujeto en cabeza o cadera, hasta una célula fotosensible; en los registros de fuerza-tiempo mediante plataformas de fuerzas; y en la medición del tiempo de vuelo por medio de una alfombra de contacto la cual arroja una serie de datos, tales como, tiempo de contacto y tiempo de vuelo, que sirven para estimar dicha magnitud.

Ésta esterilla permite a partir de la altura del salto vertical integrar variables cinéticas y temporales, y mediante el análisis obtener la velocidad y la potencia.(8-10)

El objetivo de este trabajo es analizar la existencia de una correlación entre la variación de la longitud de la musculatura isquiosural y la potencia muscular en el salto vertical así como también la magnitud de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio analítico observacional longitudinal en el plantel masculino de Fútbol, primera división, del Club Atlético River Plate. En dicho estudio participaron 11 jugadores con edades comprendidas entre los 18 y 32 años y pesos corporales entre 56,6 y 82,3 kgs. Todos recibieron información sobre el objetivo del trabajo y detalles del procedimiento y dieron su consentimiento para participar del mismo.

Para garantizar los aspectos éticos en la investigación, se solicitó la aprobación al comité de ética del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud Fundación H. A. Barceló.

Criterio de inclusión: Plantel de fútbol, primera división, Club Atlético River Plate, sin patologías en miembros inferiores, durante el periodo de evaluación y seis semanas previas al mismo.

Criterio de exclusión: Jugadores con lesión en miembros inferiores 6 semanas previas y durante el periodo de evaluación.

El plantel estaba compuesto por 15 jugadores de los cuales fueron descartados 4 debido a que manifestaron algún tipo de lesión en miembros inferiores dentro del periodo de evaluación, cotejado en el criterio de exclusión.

El estudio se dividió en tres fases:

Fase 1a: Medición de la longitud inicial de la musculatura isquiotibial

Consistió en realizar el test de flexibilidad *Sit and Reach*. Para la ejecución el mismo se utilizó el denominado banco de Wells. A tal fin se solicitó a los participantes que se sentaran sobre una colchoneta con las extremidades inferiores extendidas y la superficie plantar totalmente apoyada sobre la cara vertical anterior del banco. Luego se instó que movieran el escalímetro del mismo la mayor distancia posible mediante la flexión del tronco lenta y gradualmente y que al alcanzar el máximo sostuvieran esta posición al menos 5 segundos. Inmediatamente se registró la magnitud expresándola en centímetros.

Fase 1b: Medición de la altura de salto vertical.

Todos los ensayos de salto se desarrollaron en una alfombra de contacto *Axon Jump* modelo T conectado a un ordenador portátil Sony VAIO procesador AMD E-350 1,60 GHZ, sistema operativo *Windows* de 32bits mediante puerto USB, la cual posee un software V 2.01 que incluye un cronometro de alta resolución de 1 ms, para poder calcular las variables fundamentales (tiempo de contacto y tiempo de vuelo) y las variables derivadas (altura y potencia). Este dispositivo utiliza las fórmulas planteadas por Bosco.

Se procedió a instruir y familiarizar a los participantes con la técnica de salto. Para este fin y con el propósito de evitar cualquier tipo de lesión fueron realizados ejercicios de calentamiento generalizados durante 15 minutos (10 minutos de trote y 5 minutos de movilidad articular) y un ejercicio de calentamiento de la musculatura específica el que consto en la realizar 6 sentadillas y luego salto máximo con las manos apoyadas en las caderas.

Se condujo al examinado dentro de los límites de la alfombra de contacto y se lo colocó en posición de cuclillas con un ángulo de flexión entre la pierna y el muslo de 90° para lo cual utilizamos un cuadrado. La posición del tronco permaneció perpendicular al suelo. Luego de sostenida esta postura durante un tiempo de 2 segundos se le indico que aplicara una fuerza máxima tan rápido como pudiera para lograr un salto vertical de la mayor altura posible. La condición pautada del aterrizaje consistió en hacerlo del mismo modo que el despegue, es decir, que el mismo se produjera con máxima flexión plantar de la articulación del tobillo y extensión total de la articulación de la rodilla a lo cual se prestó fundamental atención. Del mismo modo se prohibió expresamente el contra movimiento. De no respetarse alguna de estas condiciones se repetiría la prueba. Se realizaron 3 mediciones por cada participante con intervalo de 5 minutos de pausa entre cada salto y tomando para nuestro estudio la mejor de las 3. A fin de familiarizarse con la técnica del salto se les permitió a los examinados la práctica supervisada del salto de cuclillas la semana previa a la jornada de medición.

Fase 2: Plan de estiramiento de isquiotibiales.

Se optó por la modalidad pasivo-asistida. Se colocó a los examinados en decúbito dorsal sobre una colchoneta de forma tal que estuvieran lo más alineados posibles en todos los segmentos (cabeza, tronco, caderas, miembros inferiores), ambas rodillas completamente extendidas y pies juntos. A continuación se procedió a aproximar uno de los miembros inferiores hacia el tronco realizando la flexión de la cadera mientras la rodilla permanecía completamente extendida y la articulación del tobillo se mantenía en actitud indiferente. La posición final fue aquella en la cual el jugador percibió una sensación de tirantez moderada-intensa sin que se superara el umbral de dolor. El otro miembro inferior no modificó su postura. La elongación se sostuvo durante 30 segundos un total de 10 repeticiones con pausas de igual duración, 3 veces por semana durante un total de 6 semanas. Misma experiencia para ambas extremidades.

Fase 3a: Medición de la longitud final de la musculatura isquiotibial.

Se repitió la fase 1a, prueba de flexibilidad *sit and reach* por medio de un banco de Wells, obteniendo así los nuevos valores de la misma.

Fase 3b: Medición de la altura de salto vertical.

Fue reiterada la fase 1b, el examen de salto, registrando las nuevas magnitudes de altura, post plan de estiramiento.

RESULTADOS

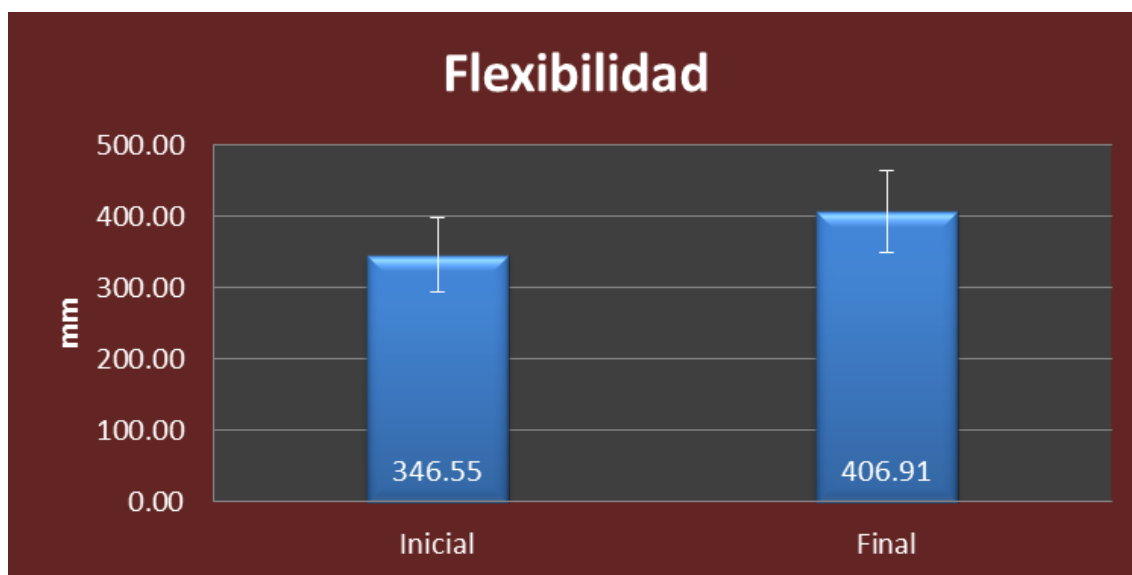
La tabla 1 los indica valores obtenidos en las pruebas de flexibilidad y test de salto vertical, pre y post plan de estiramiento de cada uno de los sujetos, así como también los valores promedio, máximos y mínimos, y su correspondiente desviación estándar.

Tabla1: Registro de mediciones de los test de flexibilidad y saltabilidad

Sujeto	Flexibilidad			Saltabilidad		
	Inicial	Final	Diferencia	Inicial	Final	Diferencia
	mm	mm	mm	cm	cm	cm
1	390	453	63	36.2	39.6	3.4
2	300	375	75	30.1	34.1	4
3	370	430	60	40.5	42.9	2.4
4	327	352	25	37.4	36.3	-1.1
5	367	425	58	31.1	35.5	4.4
6	366	441	75	30.1	36.6	6.5
7	327	413	86	36.6	36.3	-0.3
8	375	447	72	22.0	26.8	4.8
9	380	438	58	32.1	38.0	5.9
10	394	439	45	29.6	30.1	0.5
11	216	263	47	26.9	28.2	1.3
Media	346.55	406.91	60.36	32.05	34.95	2.89
Desv. Est.	52.33	57.04	17.04	5.29	4.87	2.53
Máx.	394.00	453.00	86.00	40.50	42.90	6.50
Mín.	216.00	263.00	25.00	22.00	26.80	-1.10

Gráfico 1: Flexibilidad

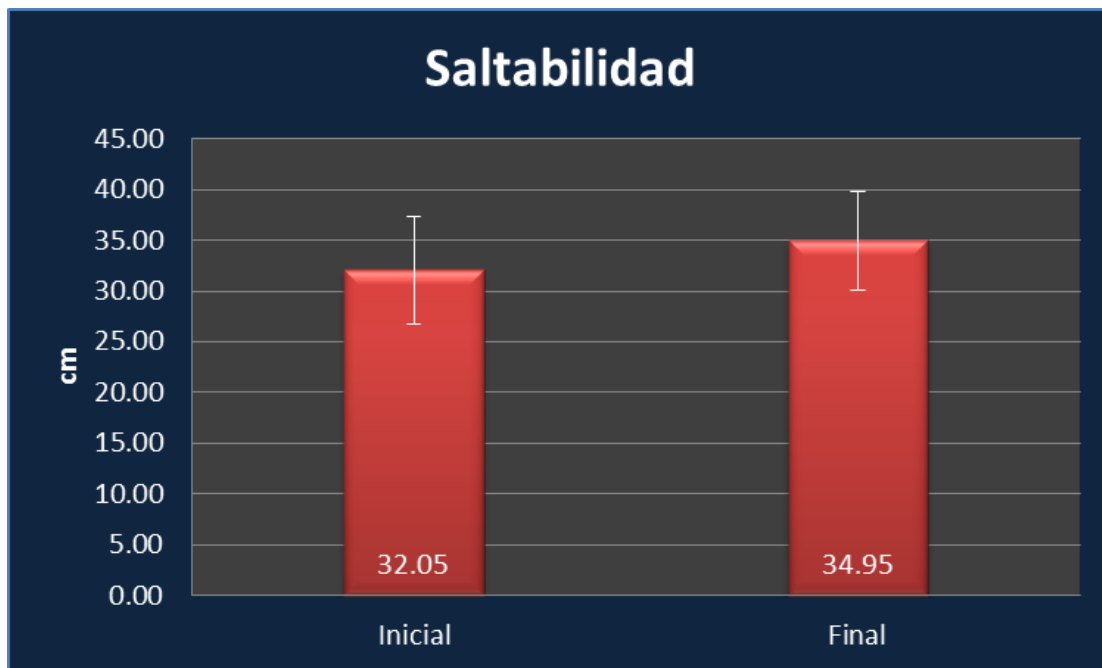
El grafico 1 exhibe el valor promedio además de la desviación estándar luego de la realización de la prueba *sit and reach* a través de la utilización del banco de Wells, antes y después de ejecutar el programa de elongación pasivo-asistido.



La flexibilidad inicial fue de 346,55 (+/-52,33) mm y la final 406,91 (+/- 57,04) mm. El análisis estadístico arrojó una diferencia extremadamente significativa ($P < 0.0001$).

Gráfico 2: Saltabilidad

El grafico 2 evidencia la magnitud promedio de las diferentes alturas registradas pre y post programa de flexibilidad, obtenidas durante la evaluación de salto sobre la alfombra de contacto. A su vez se refleja la desviación estándar en cada caso.



La saltabilidad inicial fue de 32,05 (+/-5,29) cm y la final 34,95 (+/- 4,87) mm. El análisis estadístico arrojó una diferencia muy significativa ($P < 0.0036$).

Los datos fueron volcados al Microsoft Excel 2013. Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos se empleó el programa *GraphPad InStat 3.01* para *Windows* y la prueba *Paired T Test*, para datos pareados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar y comprobar la existencia de una correlación entre la variación de la longitud de la musculatura isquiosural y la potencia muscular en el salto vertical así como también la magnitud de la misma. El hallazgo principal fue que hubo una mejora en la extensibilidad de dicha musculatura y esto repercutió en la altura del salto, luego del programa de estiramiento realizado por los jugadores.

Los valores obtenidos pre estudio explican el hecho de que los participantes elongan de forma escasa y generalizada. Los entrenamientos no hacen hincapié de esta forma aislada y específica de elongación isquiosural pasiva asistida, mostrando notoriamente una extensibilidad reducida, llevando a mayores cifosis, alteraciones del ritmo lumbo pélvico y lesiones musculares.(1)

Con respecto al Test *Sit and Reach*, se ha demostrado que es una prueba que, de forma generalizada, resulta fiable y permite estimar la flexibilidad.(3, 5)

La utilización de la alfombra de contacto para medir el salto es aplicable en el campo deportivo, ofrece datos para el entrenamiento para así poder modificarlo y adecuarlo a los jugadores y conseguir mejores resultados.(9)

En conclusión, la introducción de un programa de estiramiento pasivo asistido de la musculatura isquiosural dentro del periodo de entrenamiento, produce una mejora en la extensibilidad que repercute en la altura del salto.

El presente estudio propone un campo sencillo y método reproducible para evaluar la flexibilidad isquiosural y su repercusión en el salto vertical.

La población utilizada fue reducida como para apoyar la validación del método propuesto, por este motivo futuras investigaciones deberían considerar aumentar el número de participantes y la cantidad de sesiones de elongación, para que el método sea preciso y fiable e incluso mejorado, con el fin de aumentar su evidencia científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bertolla F, Baroni BM, Leal Junior EC, Oltramar J. Efeito de um programa de treinamento utilizando o método Pilates® na flexibilidade de atletas juvenis de futsal. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(4):222-6.
2. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The Effectiveness of 3Stretching Techniques on Hamstring Flexibility Using Consistent Stretching Parameters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2005;19(1):27-32.
3. Ayala F, Sainz de Baranda P, de Ste Croix M, Santonja F. Fiabilidad y validez de las pruebas< i> sit-and-reach</i>: revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2012;5(2):57-66.
4. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*. 2011;111(11):2633-51.
5. Ayala F, Sainz de Baranda P. Fiabilidad absoluta de las pruebas< i> sit and reach</i> modificado y< i> back saber sit and reach</i> para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores de fútbol sala. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2011;46(170):81-8.
6. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*. 2005;40(2):94.
7. Brown LE, Weir JP. Recomendación de procedimientos de la ASEP (Sociedad Americana de Fisiólogos del Ejercicio): Evaluación exacta de la Fuerza y la Potencia Muscular. *PubliCE (tp://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp)*.24:02-3.
8. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1983;50(2):273-82.
9. GARCÍA-LÓPEZ J, Peleteiro J, RODRIGUEZ-MARROYO J, Morante J, Villa J. Validación Biomecánica de un Método para Estimar la Altura del Salto a partir del Tiempo de Vuelo. *Archivos de medicina del deporte*. 2003;20(93):28-34.
10. Borges Júnior NG, Borges L, Dias JA, Wentz MD, Mattos DJdS, Petry R, et al. Validity of a new contact mat system for evaluating vertical jump. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2011;17(1):26-32.