



Electroestimulación. Aumento de la fuerza muscular medida por el test de Bosco.

Plectrostimulation. Improvement of muscular force controlled by the Bosco's test

Elisa Benito Martínez. Fisioterapeuta. N^o Col. 3851

Dirección para correspondencia:

Elisa Benito Martínez

C/ Arroyo Belincoso, 40 - 6^o D - 28030 Madrid

E-mail: elisabenitomartinez@yahoo.es

RESUMEN

En el presente estudio se demostrará mediante el test de Bosco, como la electroestimulación aumenta la fuerza muscular del cuadriceps en un grupo de 44 atletas.

Así mismo se probará si este aumento de fuerza es mayor si el estímulo eléctrico se acompaña de una contracción isométrica, excéntrica o de un ejercicio pliométrico.

La fiabilidad del test de Bosco ha sido probada en numerosos estudios obteniéndose coeficientes de correlación intraclases igual a 0,96 y coeficientes de variación de 2,7% cuando el test se realiza sin peso como en el caso del presente estudio. (1, 2, 3).

Se precisa para su realización una plataforma donde se efectúen los saltos, así como un aparato de electroestimulación con electrodos.

Se repartirán los atletas en cuatro grupos aleatorios, tres de los cuales recibirán electroestimulación acompañando cada uno de ellos el estímulo eléctrico con una de las tres modalidades de contracción. El cuarto grupo será el grupo control.

La electroestimulación aumenta principalmente la fuerza explosiva del músculo y se obtienen mejores resultados cuando se acompaña de un trabajo pliométrico.

PALABRAS CLAVE:

Cuadriceps, electroestimulación, isométrico, excéntrico, pliométrico.

ABSTRACT:

In this study it will be demonstrated by Bosco's test how the electro-stimulation increases the muscular force of the quadriceps in a group of 44 athletes. Moreover, it will be tried if this increase of force is bigger if the electrical stimulus is accompanied by an isometric or an eccentric contraction, or by a pliometric exercise. For the study we need a platform where the jumps are done, as well as a device of electro-stimulation with electrodes. The athletes will be distributed in four random groups; three of the groups will receive electro-stimulation and each of them

accompanying the electrical stimulus in one of the three modalities of contraction. The fourth group will be the control group. The electro-stimulation increases principally the explosive force of the muscle and we obtain better results when it is accompanied by a pliometric work.

KEY WORDS:

Quadriceps, electro-stimulation, isometric, eccentric, pliometric.

INTRODUCCIÓN:

Hoy en día se sabe que el entrenamiento de los grandes deportista no acaba en las pistas.

El deporte de competición ha tocado el límite del entrenamiento convencional y exige métodos alternativos a éste para alcanzar nuevas metas.

La electroestimulación es una de las técnicas empleada con estos atletas, gracias a la cual el deportista sobrepasa los límites del entrenamiento clásico.

Sus resultados fueron probados en los Juegos Olímpicos de Montreal (1967), donde el equipo ruso obtuvo un aumento de fuerza de hasta el 40% (según Kotch).

En la actualidad este método es empleado en múltiples federaciones deportivas con dos modalidades diferenciadas: isométrico y anisométrico. En ésta última se diferencian anisométrica concéntrica, excéntrica o pliométrica (4).

El objetivo del presente trabajo es la presentación de un estudio en el que se somete a una muestra de atletas a electroestimulación consiguiendo un incremento de la fuerza muscular del cuádriceps.

Este hipotético aumento de la fuerza muscular del cuádriceps será demostrado mediante la comparativa de un test inicial y final de Bosco con medición de dos tipos de

saltos: Squat Jump y Countermovement Jump (5).

El Squat Jump se corresponde con la manifestación explosiva de la fuerza que aparece en una activación muscular de los segmentos propulsivos lo más rápida y potente posible, partiendo desde una posición de total inmovilidad.

El Countermovement Jump se trata de un ciclo de doble trabajo muscular, un estiramiento seguido de acortamiento. Manifiesta la fuerza elástico-explosiva (6).

Así mismo se realiza un estudio paralelo con los mismos métodos de medición, en el que trata de demostrarse si la electroestimulación es más efectiva realizándose simultáneamente un trabajo isométrico, con un trabajo excéntrico o con un trabajo pliométrico. El trabajo pliométrico "consiste en el desarrollo de un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un brusco estiramiento mecánico muscular". Verkhoshansky (1999). Es la capacidad para pasar rápidamente del trabajo muscular excéntrico al concéntrico (7).

El objetivo del trabajo será por una parte demostrar como la electroestimulación aumenta la fuerza muscular y por otra, poner de manifiesto que dicho aumento es más relevante cuando la electroestimulación se combina con un trabajo pliométrico.

MATERIAL Y MÉTODOS:

El estudio se realiza sobre una población de 44 atletas a los que se aplican los siguientes motivos de inclusión:

- Realizar una actividad física de al menos 4 días/semana y uno de ellos como mínimo una actividad de musculación.
- Tener edades comprendidas entre los 15 y los 20 años.

Los motivos que se tuvieron en cuenta para la exclusión fueron los siguientes:

- Presentar alguna lesión en el tren inferior en el momento del estudio

- Presentar alguna alteración de la sensibilidad
- Presentar alguna contraindicación para la aplicación de electroestimulación.

Para llevar a cabo las mediciones del Test de Bosco se requiere una plataforma en donde se efectúen los saltos y se cuenta con un dispositivo que envía las señales necesarias al puerto computadora. (8)

Se requieren también unas hojas de recogida de datos que se ilustran a continuación. [Tabla 1]

Nombre:											
Apellidos:											
Año de Nacimiento:											
Sexo:	H					M					
Peso:											
Grupo de estudio	A	B1	B2	B3							
<u>Medición del test de Bosco inicial:</u>											
	Squat Jump				Countermovement Jump						
Vv	A	P	F		Vv	A	P	F			
<u>Medición del test de Bosco final:</u>											
	Squat Jump				Countermovement Jump						
Vv	A	P	F		Vv	A	P	F			

Tabla 1

Todo el estudio se realiza en las instalaciones de la clínica **CARE FISIOTERAPIA** y del polideportivo municipal de Moratalaz.

Los deportistas recibieron un tríptico informativo sobre la electroestimulación y dieron su consentimiento (o el de su tutor en caso de ser menores) para participar en el estudio. Así mismo se pidió el consentimiento de su entrenador.

El primer día se recogieron los datos personales de los atletas y se realizaron y registraron los datos del test de Bosco en las modalidades de salto empleadas.

Tras esta primera recogida de datos los 44 atletas se repartieron en dos grupos de forma aleatoria. El grupo A (22 atletas) era el grupo de control y durante las 5 semanas que duró el estudio no realizó trabajo de electroestimulación

aunque siguió con sus sesiones de entrenamiento normal.

El grupo B (22 atletas) se sometió a cinco sesiones de electroestimulación de cuádriceps a razón de una sesión por semana.

Del grupo B se obtuvieron otros tres grupos tras una nueva división aleatoria. El grupo B1 (7 atletas) realizó las sesiones de electroestimulación acompañando los estímulos mediante una contracción isométrica. El grupo B2 (8 atletas) realizó lo propio acompañando los estímulos mediante contracción excéntrica. El grupo B3 (7 atletas) realizó los estímulos eléctricos acompañados de un trabajo pliométrico.

Los parámetros empleados en el estudio fueron los siguientes:

- Electroestimulador Megasonic 313 P4 Medicarin
- Frecuencia: Comenzando por 84 Hz, incrementaremos 4 Hz por sesión
- Tiempo de estímulo: 3 segundos
- Tiempo de recuperación: 10 segundos
- Intensidad: 90% de la tolerada por el atleta
- Tiempo total de la sesión: 12 minutos

El trabajo de electroestimulación se realizó de la siguiente manera:

- Grupo B1: Decúbito supino. Realizaba una contracción isométrica que coincidía con la fase de impulso. [Figura 1]
- Grupo B2: Bipedestación. Realizaba una flexión de rodillas al tiempo que recibía el impulso que se oponía al movimiento de estiramiento del cuádriceps que realizaba el atleta de manera consciente. [Figura 2]
- Grupo B3: Bipedestación. 0,3 seg antes del paso de corriente, el atleta realizaba una flexión de piernas para a continuación realizar una rápida extensión acompañada del estímulo eléctrico. Se controlaba mediante un cronómetro los 10 seg. de recuperación, de modo que a los 7 seg. se le pedía al paciente que realizará una triple flexión



Figura 1. Estímulo eléctrico con contracción isométrica en supino.

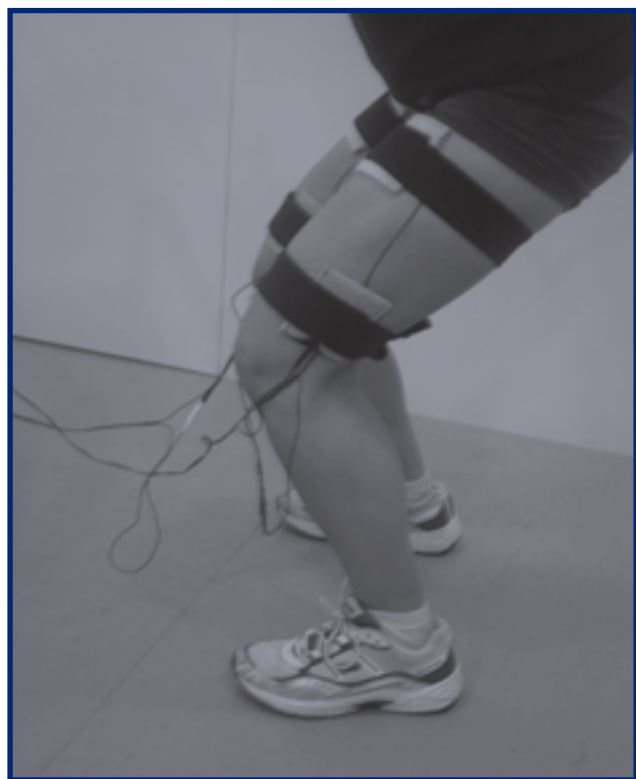


Figura 2. Estímulo eléctrico acompañado de flexión de rodillas en bipedestación.

de caderas, rodillas y tobillos.

Los atletas practicaron previamente el ejercicio para comprender la metodología.

RESULTADOS:

Se aprecia claramente que los resultados en el Squat Jump (fuerza explosiva), mejoran sustancialmente en el grupo B,

al que fue aplicado electroestimulación frente al grupo A, al que no se le aplicó.

Podemos concluir también en base a los resultados obtenidos que si el impulso eléctrico se acompaña de un trabajo pliométrico, la fuerza explosiva mejora mucho más que si aquel es realizado simultáneamente con un trabajo excéntrico

Cuando la electroestimulación se realizaba simultáneamente con un trabajo isométrico, los resultados eran mucho menores que con el trabajo excéntrico o pliométrico, pero siempre superiores que el trabajo sin electroestimulación.

En la siguiente tabla se muestra la ganancia de fuerza según los diferentes tipos de contracción que acompañaban el estímulo eléctrico. [Tabla 2]

Todos los parámetros medidos (velocidad de despegue, altura y potencia), presentaban los mismos resultados, es decir se consiguió un mejor rendimiento con el trabajo pliométrico seguido del excéntrico y por último el isométrico. Los gráficos de éstos resultados se detallan a continuación. [Tabla 3] [Tabla 4]

Los resultados obtenidos en el Countermovement Jump se asemejan a los del Squat Jump.

Con este salto se mide la fuerza elástico-explosiva principalmente, donde intervienen los elementos en serie del músculo.

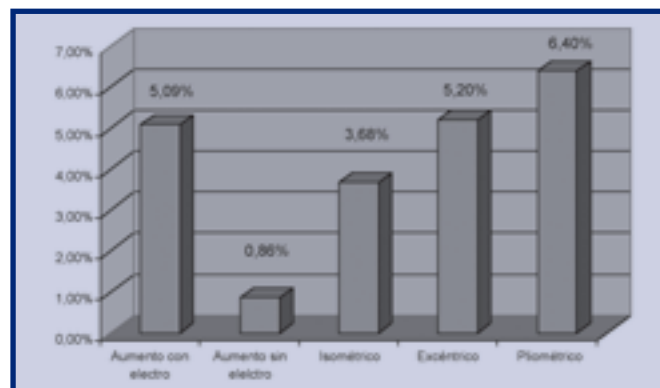


Tabla 2. Aumento de fuerza con electroestimulación y sin electroestimulación y con la aplicación simultánea de trabajo isométrico, excéntrico y pliométrico.

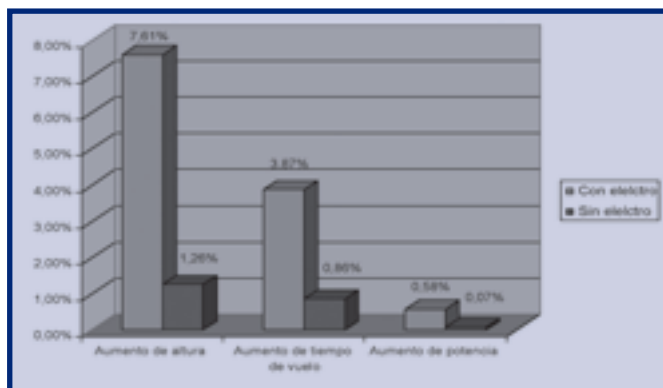


Tabla 3.

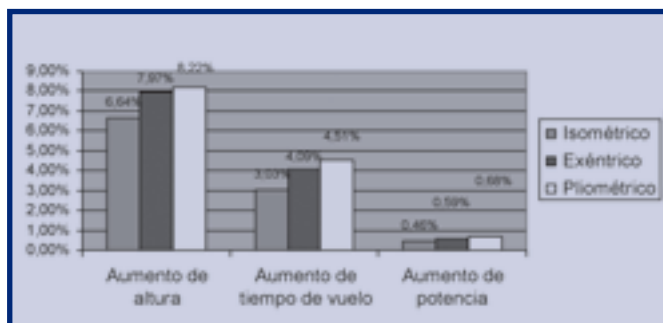


Tabla 4. Comparativa del aumento de la altura, tiempo de vuelo y potencia acompañando el estímulo con un trabajo isométrico, excéntrico o pliométrico.

Se obtiene un aumento de la fuerza mayor en el grupo B (grupo que recibe electroestimulación) que en el grupo A (los que no la reciben) En el Squat Jump ese aumento de fuerza del grupo B frente al grupo A es más acentuado. Además en los saltos de Squat Jump todos los atletas incluso los del grupo A presentaban un aumento de fuerza, aunque el incremento de los que habían recibido electroestimulación era mucho más acentuado. En el Countermovement Jump la mayoría de los atletas que no recibieron electroestimulación perdieron fuerza explosiva respecto al test inicial. [Tabla 5]

En cuanto a la diferencia según el tipo de contracción realizada simultáneamente junto con el estímulo eléctrico los resultados son similares a los obtenidos en el Squat Jump: se dan mejores resultados cuando la electroestimulación se acompaña de un trabajo pliométrico. Los peores resultados se obtienen con el trabajo isométrico, y en medio de ellos se encuentra el trabajo excéntrico.

El resto de parámetros valorados siguen el mismo protocolo que la fuerza muscular y se detallan a continuación. [Tabla 6] A continuación se presentan los resultados obtenidos en la medida del índice de elasticidad. Este dato se consigue hallando la diferencia porcentual en la altura lograda entre los ejercicios del Squat Jump y del Countermovement Jump. (5)

Los resultados muestran que en los atletas que recibieron electroestimulación (teniendo en cuenta las tres modalidades de contracción), el incremento del índice de elasticidad no fue elevado (0,36%), aunque los que no realizaron el trabajo con electroestimulación perdieron valor de dicho índice desde la realización del primer test de Bosco (-2,81%).

En cuanto a las tres modalidades, la que mejores resultados obtuvo fue el trabajo pliométrico, seguido del excéntrico y por último del isométrico. [Tabla 8]

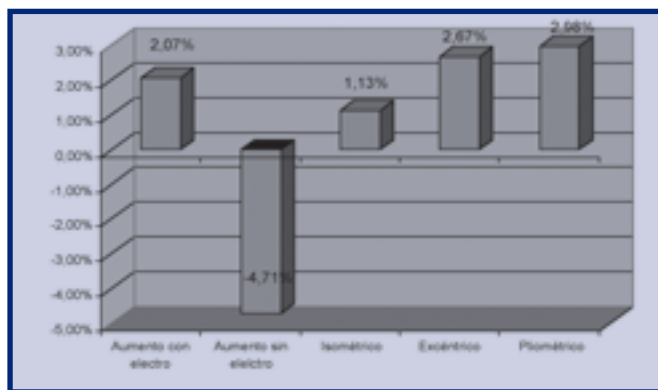


Tabla 5. Comparativa del aumento de fuerza con electroestimulación y sin electroestimulación y con la aplicación simultánea de trabajo isométrico, excéntrico o pliométrico.

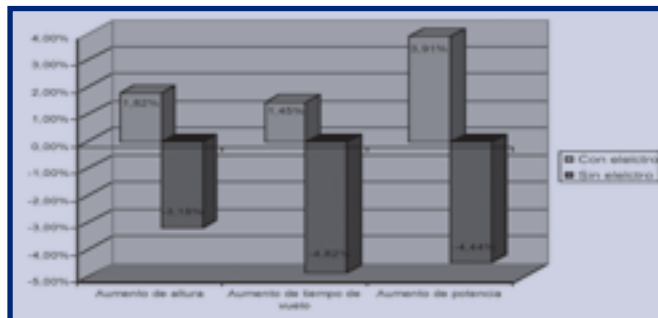


Tabla 6.

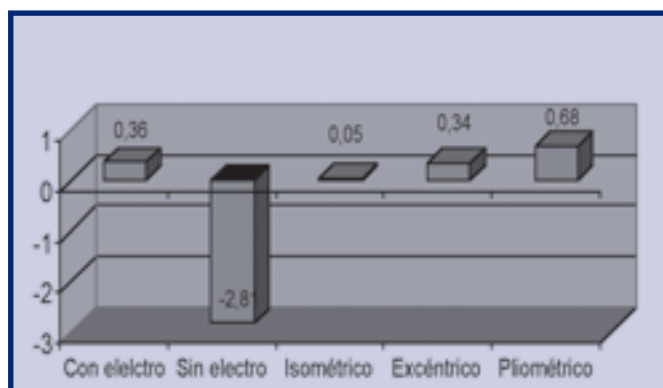


Tabla 8. Comparativa del aumento del índice de elasticidad con electroestimulación, sin electroestimulación, con trabajo isométrico, excéntrico o pliométrico.

DISCUSION

SQUAT JUMP

El Squat Jump mide la fuerza explosiva de los atletas. Los resultados del estudio demuestran una clara diferencia en el aumento de la fuerza explosiva del grupo que recibió electroestimulación frente al que no la recibió.

Los porcentajes del aumento de fuerza explosiva son menores que los obtenidos en otros estudios. Seguramente se deba al número de sesiones (5 sesiones de electroestimulación) que parece limitado para que los resultados se hubiesen asemejado a otro tipo de estudios, en los que se realizan entre 10 y 15 sesiones. (9-11)

En cuanto a las tres modalidades de contracción estudiadas, isométrica, excéntrica y pliométrica, parece que las tres consiguen un claro aumento de la fuerza explosiva, aunque la que consigue valores más elevados es el trabajo pliométrico, seguido del excéntrico y por último el isométrico.

Esta diferencia en el aumento de la fuerza explosiva según el método de contracción empleado, ya había sido demostrada con anterioridad por varios estudiosos. Margaria en la década de los 60 fue el primero en hablar de la importancia del ciclo estiramiento -acortamiento, y Faccioni en el 2001 demostró que una contracción concéntrica precedida de una excéntrica, generaba mayores niveles de fuerza que una contracción

concéntrica aislada. (7)

COUNTERMOUVEMENT JUMP:

El Countermovement Jump mide la fuerza elástico-explosiva. En este estudio queda demostrado que la fuerza elástico - explosiva aumenta en los atletas que recibieron electroestimulación frente a los que no la recibieron.

Este aumento no es tan significativo como en el Squat Jump, lo que lleva a dos posibilidades:

- Aunque la electroestimulación mejora los dos tipos de fuerza: la explosiva (elementos en paralelo del músculo) y la elástico - explosiva (elementos en serie del músculo), consigue un mayor rendimiento para la explosiva
- El Countermovement requiere una mejor técnica que el Squat Jump. Los atletas podrían haber falsificado inconscientemente los resultados del Countermovement Jump por una mala técnica en la ejecución del salto (recepción del salto con flexión de rodillas por ejemplo).

No se ha podido encontrar en la bibliografía utilizada, diferencias entre los porcentajes de estimulación con impulso eléctrico entre los elementos paralelos del músculo y los elementos en serie.

En esta modalidad de salto los atletas que no recibieron electroestimulación llegaron a perder fuerza. Podría ser que el final de la temporada (periodo en que se realizaron las pruebas), llevase al atleta a una pequeña pérdida de fuerza elástico-explosiva que la electroestimulación, además de mantenerla puede aumentarla.

Con los resultados del índice de elasticidad obtenemos las mismas conclusiones que con el Countermovement Jump ya que, al depender directamente de la altura obtenida en este salto, una mala técnica de ejecución en el salto o el que la electroestimulación pudiera afectar más a los elementos en paralelo del músculo que a los elementos en

serie, variaría sustancialmente los resultados.

Así pues podemos concluir que la electroestimulación aumenta principalmente la fuerza explosiva del músculo y que se obtienen mejores resultados cuando se acompaña de un trabajo pliométrico.

En cuanto a los puntos débiles del trabajo, deberían controlarse variables como las del tipo de entrenamiento realizado en el tiempo que dura el estudio, carga del mismo, sesiones realizadas, competiciones, etc.

Así mismo algunos de los sujetos que participaron en el estudio no eran expertos por lo que la fiabilidad del test de Bosco disminuye como se demuestra en los estudios de González Badillo (3). Habría que trabajar con atletas entrenados en la realización de dicho test.

CONCLUSIONES

Queda claro que la electroestimulación es un método eficaz para aumentar la fuerza muscular de nuestros atletas. Además hemos demostrado que dicho incremento de fuerza puede ser medido por test bien conocidos como es el test de Bosco.

Sería necesario ahora centrarse en la diferencia obtenida entre el incremento de fuerza en la modalidad elástico-explosiva (elementos en serie) y la modalidad de fuerza explosiva (elementos en paralelo).

Según los resultados obtenidos mediante la electroestimulación conseguimos un incremento mayor en la fuerza elástico-explosiva con lo que se trabajarían más los elementos en serie.

No se ha encontrado bibliografía referente a esto ni documentos que hablen sobre alguna variabilidad que consiguiera que la electroestimulación se centrara más en los elementos en paralelo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Bosco, Carmelo. Valoración de la fuerza con Test de Bosco. Ed. Paidotribo (1994)
- 2.- González Badillo. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Ed INDE
- 3.- González Badillo. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Ed. INDE
- 4.- Bosco, Carmelo. Consideraciones fisiológicas sobre los ejercicios de saltos verticales después de realizar caídas desde diferentes alturas. Volleybal Technical Journal, 6, 53-58. (1982)
- 5.- Garrido Chamorro, Raúl Pablo. Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. Revista Digital-Buenos Aires-Año 10-Nº 78-noviembre 2004. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd78/bosco.htm>
- 6.- García, D; Herrero, J.A, De Paz, J.A. Methodology of Pliometric training". Rev. Int. Med, cienc. Act. Fis. Deporte, 12 Dic 2003
- 7.- Maffiuletti NA, Zory R, Miotti D, Pellegrino MA, Jubeau M, Bottinelli R. Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. Am J Phys Med Rehabil. 2006 Feb;85(2):167-75
- 8.- Pillard, T; Lacond, C. Short-term effects of electrical stimulation superimposed on muscular voluntary contraction in postural control in elderly women. J Strength Cond Res. 2005 Aug;19(3):640-6
- 9.- Pillard, T; Lacond, C. Is electrical stimulation with voluntary muscle contraction of physiologic interest in aging women?. Ann Readapt Med Phys. 2005 Feb;48(1):20-8. French.
- 10.- Peters, R; Sikorski, R. Electrostimulation. Muscular electronics. Science. 1998 Oct 16;282(5388):433.
- 11.- Magyarosy I, Schnizer W. Muscle training by electrostimulation. Fortschr Med. 1990 Mar 20;108(7):121-4.

AGRADECIMIENTOS

Asesor científico:

AGUSTÍN PÉREZ BARROSO, Licenciado Ciencias de la Educación Física, Master alto rendimiento deportivo, Entrenador nacional RFEA
Título suficiencia investigadora

SARA AMOR VIGIL, Estudiante Filología Inglesa

Entidades colaboradoras:

CARE FISIOTERAPIA , MEDICARIN CENTRO ,CLUB ASOCIACIÓN ATLÉTICA MORATALAZ