



## ORIGINAL

# Efecto del entrenamiento con traje de electroestimulación de cuerpo entero en las adaptaciones neuromusculares en individuos desentrenados - Ensayo clínico aleatorizado, protocolo de estudio

## ***Effect of full body electrostimulation training (WB-EMS) on neuromuscular adaptations in untrained individuals - Randomized clinical trial, study protocol***

Luiz Rodrigues-Santana<sup>1</sup>, José Carmelo Adsuar Sala<sup>1</sup>, Hugo Louro<sup>2</sup>, Daniel Collado-Mateo<sup>3</sup>, Ana Conceição<sup>2</sup>, Jorge Pérez-Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Heme Research Group. Faculty of Sport Science. University of Extremadura. Cáceres. Spain

<sup>2</sup> Sport Sciences School of Rio Maior. Research Center in Sports Science, Health and human Development. Vila Real. Portugal. Life Quality Research Center. Santarém. Portugal

<sup>3</sup> Faculty of Sport Science. University of Extremadura. Cáceres. Spain

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [luiz88santana@hotmail.com](mailto:luiz88santana@hotmail.com) (Luiz Henrique Rodrigues).

Recibido el 23 de julio de 2019; aceptado el 28 de enero de 2020.

### **Cómo citar este artículo:**

Rodrigues-Santana L, Adsuar Sala JC, Louro H, Collado-Mateo D, Conceição A, Pérez-Gómez J. Efecto del entrenamiento con traje de electroestimulación de cuerpo entero en las adaptaciones neuromusculares en individuos desentrenados - Ensayo clínico aleatorizado, protocolo de estudio. JONNPR. 2021;6(1):7-21. DOI: 10.19230/jonnpr.3199

### **How to cite this paper:**

Rodrigues-Santana L, Adsuar Sala JC, Louro H, Collado-Mateo D, Conceição A, Pérez-Gómez J. Effect of full body electrostimulation training (WB-EMS) on neuromuscular adaptations in untrained individuals - Randomized clinical trial, study protocol. JONNPR. 2021;6(1):7-21. DOI: 10.19230/jonnpr.3199



This work is licensed under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License  
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos,  
ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.



## Resumen

**Introducción.** La electroestimulación es un método de entrenamiento utilizados en el ámbito deportivo que ha demostrado ser efectivo para mejorar manifestaciones de fuerza como la potencia muscular. Actualmente, no se conoce literatura científica en la que se aplique un programa de entrenamiento con traje de electroestimulación. Por ello, este estudio pretende llevar a cabo un programa para ver qué efectos tiene sobre las adaptaciones neuromusculares en sujetos no entrenados.

**Objetivo.** estudiar las alteraciones neuronales y musculares que ocurren en el entrenamiento activo de electroestimulación aplicada con traje de cuerpo entero en los músculos extensores de brazos y extensores de la pierna.

**Material y métodos.** Se realizará un estudio controlado aleatorizado entre grupos. El diseño experimental del estudio permitirá analizar las adaptaciones neuromusculares que ocurren con el entrenamiento de electroestimulación aplicada con traje de cuerpo entero y compararlas a las de un entrenamiento de fuerza tradicional. Las variables dependientes medidas serán: actividad electromiografía en test de fuerza isométrica máxima, valor de fuerza máxima, tasa de producción de fuerza, indicadores de adaptación neurales. El programa se llevará a cabo durante 24 sesiones, 2 veces por semana, durante 12 semanas.

**Resultados esperados.** Se espera conseguir una mayor activación neuromuscular con la combinación de electroestimulación aplicada con traje de cuerpo entero. Independientemente de los resultados obtenidos, sean estos positivos o negativos, el estudio final será publicado.

## Palabras clave

*Condición física; Entrenamiento; Fuerza*

## Abstract

**Introduction.** Electrostimulation is a method of training used in sports that has been shown to be effective in improving strength manifestations such muscle power. Currently, there is no known scientific literature in which a training program with electrostimulation suit is applied. Therefore, the aim of this study is to carry out a program to see the effects on neuromuscular adaptations in untrained subjects.

**Objective.** to study the neuronal and muscular adaptations that occur in the active electrostimulation training applied with a full body suit on the extensor muscles of the arms and extensors of the leg.

**Material and methods.** A randomized controlled study between groups. The experimental design of the study will allow us to analyze the neuromuscular adaptations that occur with the electrostimulation training applied with a full body suit and compare them to those of a traditional strength training. The dependent variables measured will be: electromyography activity in maximum isometric force test, maximum force value, force production rate, neural adaptation indicators. The program will be carried out during 24 sessions, twice a week, for 12 weeks.



**Expected results.** We expect to achieve greater neuromuscular activation with the combination of electrostimulation applied with full body suit. Regardless of the results obtained, the final study will be published.

### Keywords

*WB-EMS; Physical condition; Training; Strength*

## Introducción

El uso de electroestimulación muscular (EMS) en programas de entrenamiento ha aumentado a lo largo de los años. El método comenzó a ser utilizado en el entrenamiento de fuerza en atletas de alto rendimiento durante la década de los 80 con buenos resultados. Durante el Siglo XX la tecnología fue aplicada a través de cintas y electrodos localizados utilizados de forma pasiva. Con el paso de los años y con el avance tecnológico y de la propia tecnología el método ha evolucionado, siendo hoy en día utilizado a través de un traje de cuerpo entero desenvuelto para ser utilizado en combinación con la actividad física en entrenamientos cortos e intensos (*Whole Body Electro Muscle Stimulation* - WB-EMS). Esta metodología llamada Electro Fitness se vulgarizó y está a disposición, cada vez más, de la población, siendo una alternativa al complemento de entrenamiento convencional.

Filipovic, et al. en un estudio de revisión bibliográfica reunió varios estudios con diferentes tipos de aplicación de la EMS en atletas y concluyó que el método es bastante efectivo en el aumento del rendimiento deportivo con diferencias significativas en fuerza máxima, fuerza rápida y potencia<sup>(1)</sup>. Filipovic, et al. Llevaron a cabo otro estudio experimental con la utilización de equipamiento EMS de cuerpo entero, realizó un programa de entrenamiento de 14 semanas con jugadores profesionales de fútbol, registrando mejorías en la fuerza máxima, impulsión vertical, velocidad de remate y *sprint*, capacidades determinantes en el performance de un futbolista<sup>(2)</sup>.

Debido a la gran variedad de equipamientos, versatilidad y finalidad del uso de EMS, pocas son las evidencias que muestran las causas y los mecanismos que están tras las mejorías a nivel de fuerza durante un programa de entrenamiento con EMS.

Maffioletti, et al. en un estudio con una duración de 4 semanas registró un aumento de la actividad eléctrica en una contracción isométrica máxima (CIVM) de los flexores plantares medida por electromiografía de superficie tras un programa de entrenamientos con EMS<sup>(3)</sup>.



Otros dos estudios de duración superior a 4 semanas registraron hipertrofia de cuádriceps, medida con aumento del área de sección transversal<sup>(4,5)</sup>.

Gondin, et al. observó en un estudio con duración de 8 semanas con 32 sesiones de EMS y 3 evaluaciones en diferentes momentos (línea-base, semana 4 y semana 8), que ambas adaptaciones (neurales y musculares) son las responsables de la mejoría de fuerza con entrenamiento EMS, siendo las adaptaciones neurales las que ocurrieron en la primera fase del programa (semana 4), y las adaptaciones musculares solo fueron significativas al final del programa de entrenamiento (semana 8)<sup>(6)</sup>.

No existe consenso en la forma en la que los programas de entrenamientos deben ser aplicados (pasivo, activo, isométrico), habiendo sido la mayor parte de los estudios realizados en músculos aislados de los miembros inferiores mediante electrodos locales. Este hecho lleva a la poca consistencia y unanimidad científica en cuanto a los beneficios del uso de EMS.

Según nuestro mejor conocimiento, este podría convertirse en el único estudio que aplica WB-EMS simultáneamente en músculos de tronco y piernas, y busca estudiar las adaptaciones neuromusculares en ambos miembros durante un programa de entrenamiento de larga duración.

El propósito del presente estudio, por tanto, es estudiar las adaptaciones neuronales y musculares que ocurren en el entrenamiento activo de EMS aplicada con WB-EMS en los músculos extensores de brazos y extensores de la pierna durante 24 sesiones en un programa de entrenamiento de fuerza de 12 semanas.

Como objetivos secundarios, el estudio también busca relacionar la práctica de actividad física regular con la mejora de la condición física, el aumento de productividad laboral, la mejora de la calidad de vida relacionada con la salud y el bienestar.

## Objetivos

El objetivo primario del estudio es analizar las adaptaciones neurales y musculares ocurrientes en el entrenamiento de fuerza con un sistema de WB-EMS. Pretendemos observar si existen diferencias en este tipo de entrenamiento respecto al entrenamiento convencional y a un grupo de control (Grupo WB-EMS – Grupo Fuerza vs Grupo Control). Como objetivo secundario vamos analizar la condición física, la composición corporal y la durabilidad de las adaptaciones provocadas por el entrenamiento después de una fase sin entrenamiento (desentrenamiento). Los grupos de intervención realizarán el protocolo de entrenamiento dos veces



por semana (25 minutos) durante un período de 12 semanas y serán nuevamente evaluados pasados 4 semanas sin entrenar.

## Diseño experimental

Se realizará un estudio controlado aleatorizado entre grupos, con un grupo de WB-EMS, un grupo de fuerza (GF) y con un grupo control (GC). El diseño experimental del estudio permitirá analizar las adaptaciones neuromusculares que ocurren con el entrenamiento WB-EMS y compararlas con un entrenamiento de fuerza tradicional. Las variables dependientes medidas serán: actividad electromiografía en test de fuerza isométrica máxima, el valor de fuerza máxima, la tasa de producción de fuerza como indicadores de adaptación neurales.

Para medir las adaptaciones musculares se utilizará una báscula de bioimpedancia y perímetros corporales. La variable independiente será el método de entrenamiento de cada grupo: entrenamiento WB-EMS, entrenamiento de fuerza y el grupo control (sin entrenamiento).

## Definición de hipótesis

Definimos como hipótesis alternativas para el estudio: i) Existen diferencias significativas en las adaptaciones neurales entre los diferentes grupos de entrenamiento ii) Existen diferencias significativas en las alteraciones musculares entre los diferentes grupos de entrenamiento iii) Existen diferencias significativas en la condición física y composición corporal entre los participantes de los dos grupos de intervención iii) Existen diferencias significativas en la durabilidad de las adaptaciones adquiridas entre los dos grupos de intervención. Las hipótesis nulas son:  $h0^i$ ) No existen diferencias significativas en las adaptaciones neurales entre los diferentes grupos de entrenamiento;  $h0^{ii}$ ) No existen diferencias significativas en las alteraciones musculares entre los diferentes grupos de entrenamiento  $h0^{iii}$ ) No existen diferencias significativas en la durabilidad de las adaptaciones adquiridas entre los dos grupos de intervención.

## Test de hipótesis

Para este estudio controlado aleatorizado entre grupos, con un grupo de WB-EMS, un GF y un GC. El Comité ético aprobó el diseño experimental, protocolo de estudio y el proceso de consentimiento. Todos los participantes firmaron un consentimiento escrito para la



participación en el experimento. Después de las evaluaciones iniciales (Baseline) los participantes serán ubicados en los diferentes grupos: WB-EMS, GF y GC. Los participantes serán seguidos durante las 16 semanas de duración del programa de intervención. Todas las evaluaciones serán realizadas en el mismo lugar por los mismos investigadores. El estudio seguirá con las instrucciones éticas de la “Declaración de Helsinki” modificada en 2000.

## Criterios de participación y selección

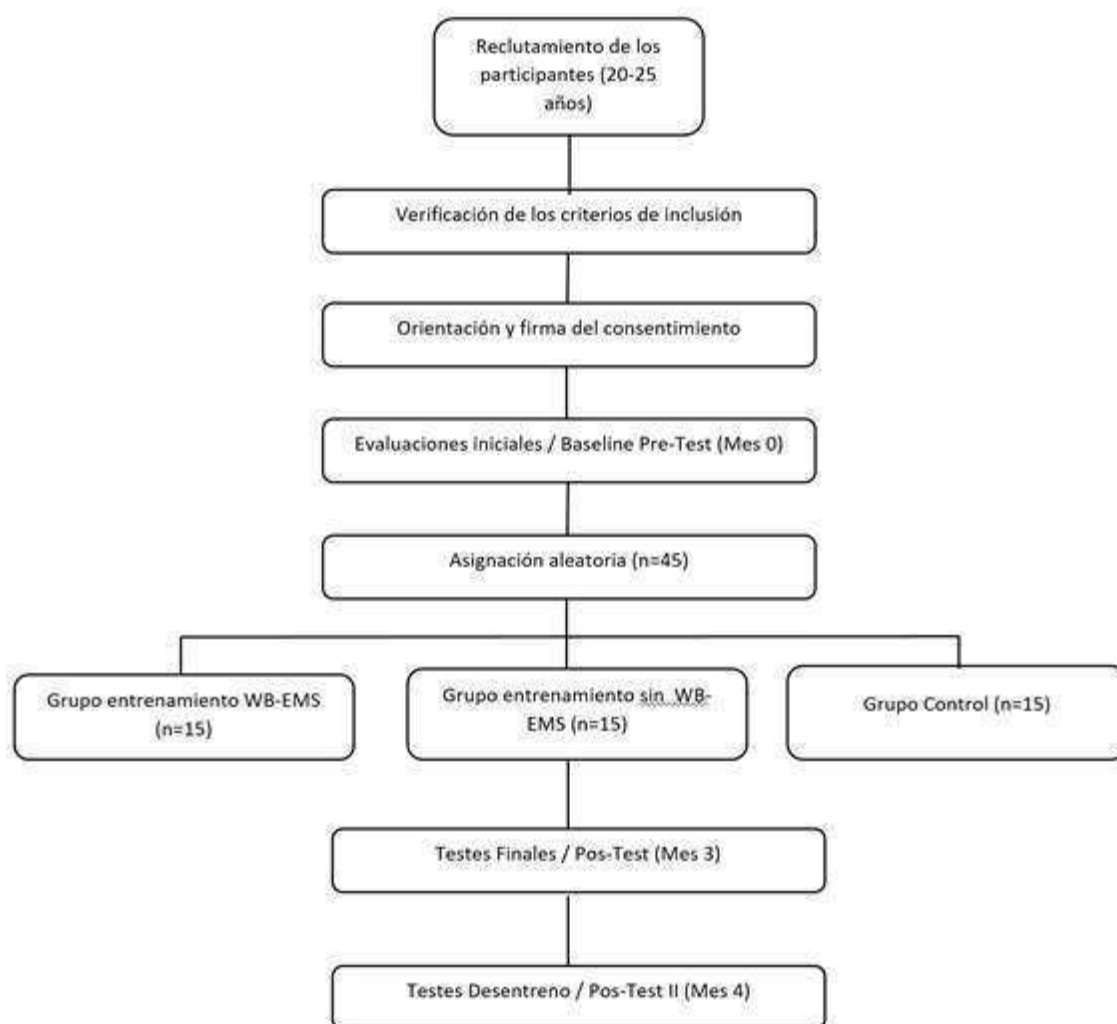
Todos los participantes serán estudiantes del Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) (Portugal). Se realizará una evaluación de todos los candidatos. Los criterios de inclusión y exclusión están representados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Criterios de Inclusión y Exclusión de la muestra

Criterios de inclusión	Criterios de Exclusión
Estudiantes del Instituto Politécnico de Setúbal	Enfermedades cardíacas y trastorno circulatorio
Edad entre 20 y 25 años	Implantes electrónicos en el cuerpo (Ej. marcapasos)
No practicante de actividad física regular desde hace 6 meses.	Cáncer
Aptitud médica para realizar actividad física y para realizar entreno con electroestimulación	Embarazo
Dar el consentimiento por escrito	Epilepsia
	Enfermedades metabólicas
	No estén matriculados en la evaluación continua en el curso

## Tamaño muestral

El muestreo del estudio estará constituido por 45 sujetos, adultos, estudiantes del IPS, con edades comprendidas entre los 20 y 25 años, no practicantes regulares de actividad física en los últimos 6 meses, que de forma voluntaria se ofrezcan para formar parte del estudio. Después de la evaluación inicial los sujetos estarán divididos aleatoriamente en tres grupos (15+15+15): grupo experimental 1 (WB-EMS), grupo experimental II (GF) y grupo de control (CG). Se solicitará a toda la muestra que mantenga sus hábitos alimenticios y de sueño habituales durante la realización del estudio y que no realicen ningún entrenamiento de fuerza simultáneas a las semanas durante las cuales tendrá lugar el estudio. La Figura 1 representa el diagrama de los participantes del estudio.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de los participantes en el estudio

### Aleatorización y cegamiento

La asignación de los grupos será aleatoria. La evaluación de los sujetos estará cegada para los evaluadores e investigadores.



## Análisis Estadístico

El test de Kolmogorov-Smirnov de normalidad de la distribución será realizado antes del análisis. Todos los parámetros serán normalmente distribuidos. Para determinar el efecto de las intervenciones en el entrenamiento, será realizar un ANOVA. Para detectar correlaciones entre pares de variables, se utiliza el test de correlación del momento de Pearson. Para todos los análisis estadísticos, el significado estará definido como p-valor inferior a 0,05. Todos los análisis estadísticos descriptivos e inferenciales serán realizados utilizando el SPSS 22®.

## Intervención

La experimentación comenzará con una batería de tests y cuestionarios que realizaran los sujetos de los tres grupos antes de los programas de entrenamiento (Tabla 2) La intervención será hecha por tandas, los diferentes grupos harán los entrenamientos en momentos diferentes. Haremos primero las mediciones del GC y el programa de entrenamiento WB-EMS, y después del GF. Los dos grupos de intervención harán 2 sesiones a la semana de 25min con un descanso mínimo de 48 horas entre sesiones.

**Tabla 2.** Batería de tests y cuestionarios

	WB-EMS (n=15)	GF (n=15)	GC (n=15)
IFIS	X	X	X
EMG	X	X	X
Fmax	X	X	X
V02máx	X	X	X
Composición corporal y perímetros	X	X	X

WB-EMS: EMS aplicada con traje de cuerpo entero; GF: Grupo de intervención sin EMS; GC: Grupo control; IFIS: Cuestionario International Fitness Scale; EMG: Electromiografía; Fmáx: Valor pico de fuerza máxima en una contracción voluntaria máxima; V02máx; Consumo máximo de oxígeno.

Para controlar las variables extrañas a los programas de entrenamiento, tanto en los grupos experimentales como en el control, se realizarán los programas de entrenamientos con los mismos ejercicios y en el mismo ambiente, teniendo en cuenta como única diferencia la activación del traje EMS.





Las sesiones de entrenamiento tendrán los mismos ejercicios de fuerza sin carga externa, hechos en el mismo orden, con la misma intensidad y volumen. En todos los entrenamientos estará una persona cualificada y especialista en EMS.

El protocolo de entrenamiento de los grupos se llevará a cabo durante 12 semanas. Las sesiones tendrán una fase inicial de calentamiento, parte principal de entrenamiento de fuerza y parte final de retorno a la calma. Las primeras 2 semanas serán de aprendizaje y familiarización con los ejercicios. Las restantes 10 semanas de forma gradual y de acorde con los principios de entrenamiento se aumentará la dificultad e intensidad de los ejercicios propuesto a los participantes.

## Entrenamiento con WB-EMS

El grupo que entrenará con EMS utilizará para las sesiones un equipamiento de la marca E-Fit compuesto por chaleco y pantalón (Figura 2) con electrodos en 10 grupos musculares (gemelos, isquiotibiales, cuádriceps, glúteos, lumbares, pectoral, dorsal, abdominales, bíceps y tríceps).



**Figura 2.** Traje de WB-EMS

La intensidad del estímulo será personalizada, con ayuda de una escala adaptada de Borg (1-10). Las sesiones serán administradas con una progresión de intensidad del estímulo según las indicaciones del fabricante (Tabla 3). El programa utilizado para las sesiones será el



programa *strength* con los siguientes parámetros eléctricos: 80Hz, 260P.width, 3,5s tiempo de contracción y 0,5s tiempo de reposo.

**Tabla 3.** Progresión de los parámetros del Programa de EMS

Grupo - WB-EMS	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volumen de Entrenamiento (min)	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25
Frecuencia (Hz)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Anchura de Pulso(ms)	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
RPE intensidad del impulso (0-10)	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9
Tiempo Contracion/Pausa (s)	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5	3,5/0,5

WB-EMS: EMS aplicada con traje de cuerpo entero; Sem: Semana; RPE: Rango de esfuerzo percibido.

Después de un calentamiento general de 5 minutos serán administrados los ejercicios para los conjuntos de músculos de piernas y brazos objeto del estudio, descritos en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Protocolo de Ejercicios de los grupos de intervención

Ejercicios	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Squat	2x15	2x15	3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	4x15	4x15	4x15	4x15	4x15
Lunge	2x15	2x15	3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	4x15	4x15	4x15	4x15	4x15
Squat Jump	2x15	2x15	3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	4x15	4x15	4x15	4x15	4x15
Push UP	2x15	2x15	3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	4x15	4x15	4x15	4x15	4x15
Dips	2x15	2x15	3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	4x15	4x15	4x15	4x15	4x15

2x15: Series por repeticiones

## Entrenamiento Fuerza (GF)

Los sujetos del grupo de fuerza, realizaran la sesión de entrenamiento con los mismos ejercicios y duración del grupo WB-EMS, pero sin el equipamiento vestido.



## **Grupo Control (GC)**

Los sujetos serán distribuidos aleatoriamente en el GC. Este grupo hará las mediciones pre y post del experimento sin haber participado en ningún entrenamiento. El grupo recibirá indicaciones para mantener los hábitos de actividad física y dieta durante la participación en el estudio. En el final del experimento, todos los sujetos recibirán información sobre los beneficios de la actividad física y algunas indicaciones de cómo aumentar el nivel de actividad física diaria.

## **Resultados Mediciones Primarias**

### **Actividad electromiográfica**

La recopilación de señales de EMG de superficie del pectoral (PC), tríceps braquial (TB), cuádriceps (C) y glúteos (GM) en el lado derecho del cuerpo serán medidos. Estos músculos fueron seleccionados en base los músculos que serán entrenados durante las sesiones en los grupos de intervención. Se utilizarán electrodos (discos de 10 mm de diámetro, Plux, Lisboa, Portugal) con la distancia interelectrodo de 20 mm. La piel debajo de los electrodos se afeitará y limpia con alcohol para que la resistencia del electrodo no exceda de 5 kOhm<sup>(7)</sup>

Todos los cables se fijarán a la piel con cinta adhesiva en varios lugares para minimizar su movimiento y en consecuencia su interferencia con la señal. El dispositivo de EMG inalámbrico (BioPLUX.research, Lisboa, Portugal) se compone de ocho canales analógicos (12 bits), tasa de muestreo a 1kHz; 86 g, y unas dimensiones compactas de 0,84 cm x 0,53 cm x 0,18 cm. Todos los análisis de EMG se realizarán con herramientas automáticas desarrolladas bajo MATLAB software (Mathworks, Inc., Natick MA, EE. UU.).

### **Test de contracción isométrica voluntaria máxima (CIVM)**

Las CIVM, en cada una de las dos posiciones evaluadas, se realizarán durante un período de cinco segundos cada<sup>(8)</sup> durante el cual se capturaron simultáneamente las señales de fuerza y el signo de EMG de los músculos TB, PC, C y GM en la extensión isométrica de rodilla y de brazos. El test se realizará tres CIVM en el ángulo máximo de producción de fuerza (90°) para cada miembro. La señal EMG será recogida del miembro dominante, con un intervalo de cinco minutos entre las pruebas. Durante la ejecución de las pruebas, los sujetos



serán estimulados verbalmente para producir la máxima fuerza posible. Con este test observaremos la curva fuerza-tiempo, donde podemos sacar el valor de pico de fuerza y tasa de producción de fuerza (RFD) para verificar las adaptaciones en los niveles de fuerza máxima y rápida.

## **Hipertrofia**

Las adaptaciones musculares serán verificadas a través de los cambios en la masa muscular medida por bioimpedancia eléctrica (Inbody 720, Biospace, Gateshead, Reino Unido)

## **Resultados Mediciones Secundarias**

### **Cuestionario International Fitness Scale (IFIS)**

El cuestionario ideado por Ortega et al (2011)<sup>(9)</sup> para evaluar a adolescentes, proporciona una medida de la aptitud física basada en las respuestas a 5 preguntas básicas sobre la aptitud física, con respuestas basadas en la escala Likert de 5 puntos. Esta prueba es similar a la de Topend Sports, ideada en The Fitness Quotient. Para el estudio utilizaremos una versión validada en portugués.

### **Composición Corporal**

El peso, altura, índice de masa corporal, masa magra, masa ósea, cantidad de agua y el porcentaje de grasa será medidos por bioimpedancia eléctrica (Inbody 720, Biospace, Gateshead, Reino Unido).

### **Consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2max</sub>)**

El test de VO<sub>2max</sub> será realizado en una cinta de correr de la marca Techgym. Después de un calentamiento (3min andando 5km/h), el test se inicia a una velocidad de 8km/h (inclinación 1%) incrementando 1km/h a cada minuto hasta que el participante llegue a estar exhausto.

Los participantes serán motivados para hacer el máximo esfuerzo durante el test y se recogerá la escala de percepción de esfuerzo (RPE) de Borg<sup>(10)</sup> durante los 15seg finales de cada minuto. Después el participante hará la vuelta a la calma (4km/h 0° de inclinación) durante 5min. El consumo de O<sub>2</sub> y producción de CO<sub>2</sub> durante el test será medido por un analizador de



gases (Oxycon Pro). El medidor será calibrado inmediatamente antes del test. Las pulsaciones cardiacas durante el test serán recogidos con un medidor Polar (RS300).

## Evaluaciones

La primera evaluación será hecha justo antes del inicio de la intervención (baseline), la segunda en un plazo mínimo de 48h del último entrenamiento (post-intervención I), y la tercera y última después de 4 semanas de interrupción del programa. Las evaluaciones han sido separadas en dos días (Tabla 5) de forma a evitar la fatiga y a facilitar los medios logísticos de las evaluaciones.

Tabla 5 Programa de evaluación del estudio

Mediciones	Semanas		
	0	12	16
Consentimiento de Participación el Experimento	X		
Consentimiento para la práctica deportiva	X		
Declaración Contra Indicaciones EMS	X		
Día 1			
IFIS	X	X	X
Composición corporal y perímetros	X	X	X
Día 2			
EMG	X	X	X
Fmáx	X	X	X
VO <sub>2max</sub>	X	X	X

IFIS: Cuestionario *International Fitness Scale*; EMS: Electromiografía; Fmáx: Valor pico de fuerza máxima; VO<sub>2max</sub>: Consumo máximo de oxígeno.

## Familiarización y valoración de la fiabilidad

Antes del inicio de los programas de entrenamiento los sujetos tendrán 2 sesiones de familiarización con los ejercicios y con los equipamiento y ejercicios de los programas de entrenamiento. Las dos sesiones tendrán la duración de 30min con calentamiento y retorno a la calma. Las sesiones consistirán en 2-3 series de los ejercicios que harán parte del protocolo de entrenamiento de ambos los grupos. Las sesiones serán llevadas a cabo por un entrenador personal cualificado.



---

## Evaluación de los efectos secundarios

Todos los efectos secundarios que ocurran durante los tests y la intervención serán registrados por los investigadores incluyendo dolores musculares, molestias y fatiga.

## Implicación de las hipótesis

Este estudio busca investigar los efectos neurales y musculares de un entrenamiento con un WB-EMS. El programa de entrenamiento será llevado a cabo con un entrenamiento para el desarrollo de la fuerza en combinación con ejercicios activos para los miembros inferiores y superiores.

Según nuestra información, este es el primer estudio que compara los dos tipos de adaptaciones (neurales y musculares) al entrenar con o sin electroestimulación. El estudio procura entender las principales diferencias entre el entrenamiento convencional vs entrenamiento con EMS en las adaptaciones neuromusculares de cara a permitir un mejor uso de este método de entrenamiento. Se espera conseguir una mayor activación neuromuscular con la combinación de electroestimulación aplicada con traje de cuerpo entero. Independientemente de los resultados obtenidos, sean estos positivos o negativos, el estudio final será publicado.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

## Referencias

1. Filipovic A, Kleinoder H, Dormann U, Mester J. Electromyostimulation--a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *J Strength Cond Res* 2012; **26**(9): 2600-14.
2. Filipovic A, Grau M, Kleinoder H, Zimmer P, Hollmann W, Bloch W. Effects of a Whole-Body Electrostimulation Program on Strength, Sprinting, Jumping, and Kicking Capacity in Elite Soccer Players. *J Sports Sci Med* 2016; **15**(4): 639-48.



3. Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin A, Pousson M, Chatard JC. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J Sports Med* 2000; **21**(6): 437-43.
4. Malatesta D, Cattaneo F, Dugnani S, Maffiuletti NA. Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *J Strength Cond Res* 2003; **17**(3): 573-9.
5. Martin L, Cometti G, Pousson M, Morlon B. Effect of electrical stimulation training on the contractile characteristics of the triceps surae muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1993; **67**(5): 457-61.
6. Gondin J, Guette M, Ballay Y, Martin A. Electromyostimulation training effects on neural drive and muscle architecture. *Med Sci Sports Exerc* 2005; **37**(8): 1291-9.
7. Conceicao A, Silva AJ, Barbosa T, Karsai I, Louro H. Neuromuscular Fatigue during 200 M Breaststroke. *Journal of Sports Science and Medicine* 2014; **13**(1): 200-10.
8. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics* 1997; **13**(2): 135-63.
9. Borg G. RATINGS OF PERCEIVED EXERTION AND HEART-RATES DURING SHORT-TERM CYCLE EXERCISE AND THEIR USE IN A NEW CYCLING STRENGTH TEST. *International Journal of Sports Medicine* 1982; **3**(3): 153-8.
10. Ortega FB, Ruiz JR, Espana-Romero V, et al. The International Fitness Scale (IFIS): usefulness of self-reported fitness in youth. *International Journal of Epidemiology* 2011; **40**(3): 701-11.