



ISSN 1577-4015

Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

DE LA CÁMARA SERRANO, MIGUEL ÁNGEL; PARDOS SEVILLA, ANA ISABEL

Revisión de los beneficios físicos de la electroestimulación integral

Apunts Educación Física y Deportes, vol. 32, núm. 123, 2016, -Marzo, pp. 28-33

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551663295003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revisión de los beneficios físicos de la electroestimulación integral

Review of the Physical Benefits of Whole-body Electromyostimulation

MIGUEL ÁNGEL DE LA CÁMARA SERRANO

Universidad Autónoma de Madrid (España)

ANA ISABEL PARDOS SEVILLA

Hospital Universitario del Henares, Madrid (España)

Correspondencia con autor

Miguel Ángel de la Cámara Serrano
miguelangeldelacamara@gmail.com

Resumen

La electroestimulación integral (WB-EMS) está cobrando gran relevancia debido a la irrupción de esta tecnología en el sector del *fitness* y a la propagación viral de multitud de centros que ofertan este sistema que promueven una serie de beneficios asociados al uso de WB-EMS que consideramos no están lo suficientemente justificados o fundamentados. El objetivo de esta revisión es valorarlos y razonar sobre su práctica. Observamos que las investigaciones sobre EMS no apoyan los beneficios que estos promueven más allá de los relacionados principalmente con los parámetros de fuerza. Investigaciones sobre WB-EMS tampoco apoyan estos beneficios siendo además poco extensibles debido a que se han realizado con poblaciones específicas. Asimismo, los resultados de estos son muy modestos, especialmente en el gasto energético que, sumado al máximo tiempo que puede practicarse (20 minutos, dos veces por semana), no se aconseja ni como alternativa ni como sustitutivo a la actividad física tradicional.

Palabras clave: electroestimulación integral, electroestimulación neuromuscular, beneficios electroestimulación, ejercicio, pérdida de peso

Abstract

Review of the Physical Benefits of Whole-body Electromyostimulation

Whole-body electromyostimulation (WB-EMS) is gaining great importance due to the emergence of this technology in the fitness industry and the spread of multiple centers that offer this system. These centers promote a number of benefits associated with the use of WB-EMS that we consider are not sufficiently justified or well-founded. The aim of this review is to assess the benefits that these centers promote and account for their practice. We find that research on EMS does not support the benefits promoted by these centers beyond those principally related to the strength parameters. Research on WB-EMS also does not support these benefits which moreover cannot be widely applied due to being conducted with specific populations. Likewise, the results of these benefits are very modest, especially in energy expenditure which, added to the maximum time it can be practiced (20 minutes, twice a week), means it is not advisable either as an alternative or as a substitute for traditional physical activity.

Keywords: whole-body electromyostimulation, neuromuscular electrical stimulation, electromyostimulation benefits, exercise, weight loss

Introducción y objetivo

Desde el año 2013, los centros que utilizan la electroestimulación muscular integral (WB-EMS) han aumentado de forma exponencial. Estos centros de electroestimulación suscitan una serie de beneficios físicos asociados a su utilización.

La electroestimulación muscular (EMS) o electroestimulación neuromuscular (NMES) ha sido objeto de estudio durante los últimos treinta años tanto en el ámbito de la rehabilitación como en el deportivo. Sus princi-

pales ventajas se producen en diversos parámetros del entrenamiento, principalmente los relacionados con los de la fuerza muscular, Seyri y Maffiuletti (2011); Filipovic, Kleinöder, Dörmann y Mester (2012). Diferentes estudios y autores coinciden en que estas mejoras son mayores cuando se realizan de forma simultánea con el ejercicio voluntario, Paillard (2008); Benito y Martínez (2013) y que deben considerarse como complementarias al entrenamiento y no como método aislado o alternativo, Herrero, Abadía, Morante y García (2007); Gondin,

Cozzone y Bendahan (2011), a excepción de los programas de rehabilitación en periodos de inmovilización.

Este artículo tiene como objetivo evaluar la validez de los beneficios físicos que se divulgan o asocian a la práctica de WB-EMS.

Método

Se realizó una revisión bibliográfica. Las palabras claves empleadas para la búsqueda fueron: electroestimulación muscular, electroestimulación integral, beneficios electroestimulación. En lengua inglesa, se emplearon las palabras: *electromyostimulation*, *electromyostimulation benefits*, *muscle stimulation*, *whole body electromyostimulation*. Se utilizó el motor de búsqueda Google Académico y los buscadores científicos SportDiscus y PubMed (MEDLINE). Además de estos, se realizó una búsqueda manual en libros y artículos publicados fuera de estas fuentes.

Con respecto a los criterios de inclusión, se utilizaron artículos que hicieran referencia a la EMS, NMES o WB-EMS de forma preferente en el ámbito deportivo y no en el terapéutico. Se limitaron los años de búsqueda con el fin de obtener una información actualizada del objeto de revisión, por lo que los datos estudiados empiezan en el año 2000.

La electroestimulación integral

WB-EMS es un sistema de NMES aplicada de forma general en diferentes grupos musculares. El equipamiento con el que se realiza WB-EMS consiste en un chaleco y unas cinchas o bandas que rodean brazos y muslos. A ellos se les han integrado o acoplados una serie de electrodos. Todo ello queda unido mediante cables entre estas piezas y la consola o dispositivo que emite la corriente. Este equipamiento permite la activación simultánea de entre 14 y 18 regiones u 8-12 grupos musculares Kemmler, Von Stengel, Schawarz y Mayhew (2012); Kemmler y Von Stengel (2013).

La consola genera una corriente de baja frecuencia y utiliza un tipo de impulso u onda rectangular, bifásica y simétrica Kemmler, Bebenek, Engelke y Von Stengel (2014); Von Stengel, Bebenek, Engelke y Kemmler (2015); Kemmler et al. (2012); Kemmler y Von Stengel (2013). Este tipo de impulso es el más documentado en la literatura científica, Herrero, Abadía, Abardía y Maffiuletti (2008). También parece ser el más cómodo (mejor tolerancia) y optimiza el rendimiento de la electroes-

timulación Boschetti (2004). Por otro lado una corriente diferente a la rectangular puede hacer que se tenga que aumentar la intensidad para conseguir la misma cantidad de cargas eléctricas, por lo que este tipo de impulso abarca mayor superficie con unos parámetros de intensidad mínimos, Pombo, Rodríguez, Brunet y Requena (2004).

El entrenamiento de electroestimulación integral generalmente tiene una duración de 20 minutos (máximo 2 veces por semana) y se realiza de forma simultánea a la activación muscular generada por la EMS, ejercicios estáticos o dinámicos, incluso, se suelen combinar con dispositivos de entrenamiento cardiovascular como la elíptica o simulador de esquí de fondo y la bicicleta estática o cicloergómetro.

Beneficios teóricos que suscitan los centros de WB-EMS

- 20 minutos de electroestimulación integral equivalen a más de 3 horas de ejercicio convencional.
- Aumento de la resistencia muscular.
- Aumento de la tonificación e hipertrofia muscular.
- Reduce la grasa corporal general y localizada.
- Aumento del consumo de calorías posterior a la electroestimulación integral.
- Previene la osteoporosis.
- Mayor reclutamiento muscular y profundidad de activación.
- Mejora la circulación sanguínea.
- Reduce la celulitis.
- Reduce el dolor de espalda y recupera la musculatura.
- Ayuda a la recuperación posparto y aumenta el tono del suelo pélvico.

WB-EMS en la bibliografía científica

WB-EMS, al ser un dispositivo relativamente nuevo, no posee una bibliografía científica extensa al respecto. En la búsqueda realizada encontramos un total de 11 referencias, de las cuales, 6 de ellas son referencias directas de estudios sobre WB-EMS; Kemmler, Schliffka, Mayhew y Von Stengel (2010); Kemmler et al., 2012 Kemmler y Von Stengel (2012); Kemmler y Von Stengel (2013); Kemmler et al. (2014); Von Stengel et al. (2015) y las otras cinco son referencias realizadas dentro de una revisión sistemática de diferentes métodos de electroestimulación, Filipovic et al. (2012).

Resultados y discusión

WB-EMS y gasto energético

La EMS no parece tener un efecto importante sobre el gasto energético (GE). Grosset, Crowe, De Vito, O'Shea y Caulfield (2013) compararon los efectos sobre el GE y la oxidación de sustratos en sujetos obesos que realizaban 1 hora de caminata y 1 hora de EMS aplicada de forma local sobre los músculos glúteo mayor, cuádriceps e isquiotibiales de forma bilateral. La EMS produjo un GE de $318,5 \pm 64,3$ kcal/h equivalente a caminar a una velocidad de 3 km/h. Hsu, Wei y Chang (2011) comprobaron el efecto de la EMS aplicada de forma local en músculo recto abdominal, glúteos, cuádriceps e isquiotibiales en sujetos sedentarios, realizando tres intensidades diferentes de trabajo (10 minutos cada una). En la máxima intensidad realizada (máxima intensidad tolerada de forma confortable) la EMS produjo un gasto energético de 19,13 kcal/h. El estudio de Kemmler et al. (2012) es el único estudio realizado hasta la fecha sobre el GE producido por una sesión de WB-EMS. Compararon los efectos de ésta, sumados a diferentes ejercicios voluntarios realizados de forma dinámica (16 minutos de duración) con otra sesión donde se realizaban los mismos ejercicios dinámicos sin WB-EMS. La sesión de ejercicios voluntarios produjo 352 ± 60 kcal/h a una intensidad media de $11,9 \pm 1,8$ en la escala de esfuerzo percibido de Borg (RPE) mientras que WB-EMS generó un gasto calórico de 412 ± 60 kcal/h a una intensidad media superior, $14,7 \pm 1,5$ en la EEP de Borg. Por último, a similar intensidad (15 EEP) utilizando una máquina de entrenamiento cardiovascular (elíptica) se obtuvo una GE en mujeres y hombres de $637,23 \pm 35,21$ kcal/h y $1.000,5 \pm 29,02$ kcal/h. respectivamente (Chuvi-Medrano & Masiá, 2012).

Según los resultados de Kemmler et al. (2012) una sesión de 20 minutos con WB-EMS (simultánea a un protocolo de ejercicios estándar que incluyen flexiones y extensiones de rodilla, brazos y tronco) generaría un GE de ± 136 kcal. Este GE no llegaría a acumular el mínimo aceptado (300-350 kcal), González, Benito y Meléndez (2008) para que la sesión de trabajo tenga un efecto positivo en la pérdida de grasa corporal, por lo que no podemos afirmar que el entrenamiento con WB-EMS pueda producir un mayor GE ni pérdida de grasa.

WB-EMS hipertrofia muscular y tonificación

La EMS produce hipertrofia muscular por lo que aumenta y mejora el tono de la musculatura, aunque es-

tas ganancias no parecen mayores que las obtenidas con entrenamiento convencional, Paillard, Noe, Passelergue y Dupui (2005); Wilmore y Costill (2007). Holcomb (2005) comenta que existe evidencia en cuanto a hipertrofia muscular en el ámbito terapéutico (como en inmobilizaciones tras cirugías) pero no ocurre de igual forma en sujetos sanos. Gran parte de los estudios comparan el efecto de la EMS superpuesta al ejercicio voluntario en el incremento del área de sección transversal (CSA) respecto al entrenamiento voluntario sin EMS y no frente al entrenamiento con EMS de forma aislada. Un ejemplo de esta metodología es el estudio realizado por Bezerra, Zhou, Crowley, Brooks y Hooper (2009) donde investigaron el efecto de la EMS en el CSA en tres grupos; un grupo control (GC) el cual no realizó ningún tipo de actividad, un grupo que realizó ejercicios voluntarios y por último un grupo que realizó un entrenamiento voluntario con EMS superpuesta. Existe evidencia de que este tipo de entrenamiento aumenta el CSA tras varias semanas utilizando EMS, en Herrero et al. (2007).

Se ha comprobado un aumento de la masa muscular en estudios que analizan el efecto de WB-EMS sobre la masa muscular, Kemmler y Von Stengel (2013); Kemmler et al. (2014) pero los diferentes tiempos de entrenamiento impuestos a los grupos de estudio; grupo WB-EMS (18 minutos de sesión, 3 veces cada 2 semanas, durante 54 semanas con 2 semanas de vacaciones) frente a un GC que realizó 10 semanas de entrenamiento (60 minutos, 1 vez a la semana) alternas con 10 semanas de vacaciones, pueden haber condicionado los resultados. Se debe tener en cuenta además que las mediciones se realizaron en la semana 54 por lo que el GC tuvo además 4 semanas de desentrenamiento. Para finalizar, Meynial-Denis, Guérin, Schneider, Volkert y Sieber (2012) hacen referencia a los estudios realizados con WB-EMS y señalan que aunque pueden aumentar la fuerza y la potencia no mejoran la masa muscular.

WB-EMS reclutamiento muscular y profundidad de activación

En cuanto a la profundidad de activación, Herrero et al. (2008) citan varios estudios que muestran un reclutamiento principalmente de unidades motoras cercanas a los electrodos y que la EMS pudo activar zonas musculares profundas posiblemente por dos motivos: la ubicación de los electrodos y la fisiología muscular propia de cada individuo. Hay que comentar que esta activación se

produce principalmente al 75 % de la máxima contracción voluntaria isométrica (MCV).

La corriente excitomotora aplicada por la EMS activa un mayor número de unidades motoras grandes en comparación con las unidades motoras de menor tamaño, invirtiendo el orden de activación fisiológico de una contracción producida de forma voluntaria (Ley de Hennemann o principio del tamaño) Cometti (2014); Herreiro et al. (2008). En una contracción voluntaria de larga duración, el sistema nervioso central (SNC) realiza un intercambio/activación de otras fibras para suplir a las fatigadas. Este proceso de intercambio no se produce en la EMS por lo que el patrón de reclutamiento de las unidades motoras es fijo durante el tiempo que dure la EMS, lo que produce una mayor fatiga y daño muscular en comparación con la contracción voluntaria, Jubeau et al. (2008); Gregory y Bickel (2005). Dicho daño muscular se puede observar en los aumentos de Creatina Quinasa (CK) que produce la EMS (superpuesta con ejercicio voluntario o aislada) en comparación con el ejercicio voluntario o isométrico, Jubeau et al. (2008); Jubeau, Muthalib, Millet, Maffiuletti, y Nosaka (2012); Wahl, Hein, Achtzehn, Bloch y Mester (2015). Por último debemos añadir que el primer caso de rabdomiolisis por uso de EMS fue reportado por Guarascio, Lusi y Soccorisi (2004) y que recientemente se están observando casos de rabdomiolisis con el uso de WB-EMS en sujetos que han utilizado WB-EMS una única vez; Guillén, Zegarra y Medina (2014); Boteanu, Cardeñosa y Espejo (2015).

WB-EMS y suelo pélvico

No hay referencias directas sobre WB-EMS y mejoras en el tono del suelo pélvico. En cuanto a la EMS como herramienta para mejorar la incontinencia urinaria (IU) y mejorar el tono del suelo pélvico las referencias están más orientadas al ámbito fisioterápico e incluso médico debido a que el procedimiento es muy diferente al que se utiliza o se conseguiría utilizando WB-EMS, como puede observarse en Pena, Rodríguez, Duarte, Mármol y Lozano (2007). Existe evidencia sobre mejoras en la reducción de la IU, Pereira, Bonioti, Correia y Driusso (2012) y aumento del tono del suelo pélvico tras sesiones de EMS perineal pero, como comentábamos anteriormente, la metodología difiere de la que se pueda realizar con WB-EMS dado que esta EMS perineal se realiza de forma habitual de dos formas: superficial (electrodos situados en la zona perineal y en contacto con la piel y mucosas) y profunda (estimulación anal o vaginal).

WB-EMS y osteoporosis

En la investigación realizada por Von Stengel et al. sobre la utilización de WB-EMS para combatir la osteopenia en un grupo de mujeres (media de edad de $74,7 \pm 3,7$ años) la aplicación de una sesión de WB-EMS superpuesta a ejercicios voluntarios, con una duración 18-19 minutos, 3 veces en dos semanas durante 54 semanas no obtuvo diferencias significativas en la masa mineral ósea (BMD) de la columna lumbar L1-L4 ($P = 0,51$) ni en la BMD de la cadera ($P = 0,771$) entre el GC y el grupo de WB-EMS. Con estos resultados, no podemos afirmar que la WB-EMS sea un método efectivo que impacte de forma clara y directa sobre la osteopenia.

WB-EMS y pérdida de grasa

WB-EMS parece no tener un fuerte impacto en la pérdida de grasa. En el estudio de Kemmler y Von Stengel (2012) se observan los siguientes resultados entre un grupo con WB-EMS y un GC; disminución de la masa grasa total $-1,35 \pm 0,88$ kg frente a $-0,42 \pm 0,85$ kg, disminución de la masa grasa abdominal -252 ± 196 g frente a -52 ± 128 g y circunferencia de la cintura $-5,7 \pm 1,8$ cm frente a $-3,0 \pm 2,0$ cm. Hay que destacar que el GC solo realizó su programa de entrenamiento habitual (60 minutos dos veces por semana) y que al grupo de WB-EMS además del mismo entrenamiento que el GC se le añadió WB-EMS en sesiones de 20 minutos cada 5 días durante un periodo de 14 semanas. En otro estudio publicado por los mismos autores, Kemmler y Von Stengel (2013) se observan unos resultados muy parecidos; grasa corporal abdominal -126 ± 560 g frente a 243 ± 607 g y una circunferencia de cintura de $-1,1 \pm 2,1$ cm frente a $1,0 \pm 2,8$ cm entre WB-EMS y GC respectivamente. Hay que destacar que el grupo de WB-EMS realizó WB-EMS (18 minutos, 3 veces en semana, en dos semanas durante 54 semanas con 2 de vacaciones) superpuesto a ejercicios voluntarios frente a un GC que realizaba los mismos ejercicios sin WB-EMS pero con una frecuencia distinta (60 minutos 1 vez a la semana, alternando 10 semanas de ejercicios con otras 10 de descanso). En los estudios de Kemmler et al. (2010) y Kemler et al. (2014) se extraen resultados parecidos a estos debido a que forman parte del mismo estudio o se realizaron con la misma metodología.

El ritmo de intercambio respiratorio (RER) puede utilizarse como un índice para evaluar la utilización de sustratos en la producción de energía. Cuando los ácidos grasos son el principal sustrato el RER es de 0,7

mientras que cuando se oxidan los hidratos de carbono (CH) el RER es de 1,0, Benito (2014). La EMS superpuesta parece aumentar el RER proporcionalmente a la intensidad que se aplica. El RER durante la EMS se eleva o permanece en niveles correspondientes a la utilización preferente de CH, como se muestra en diferentes gráficas de RER en Hamada, Hayashi, Kimura, Nakao y Moritani (2004); Hsu et al. (2011); Wahl et al. (2015).

WB-EMS, dolor de espalda y recuperación posfatiga

Aunque la EMS puede emplearse para analgesia, Rodríguez (2004) es la Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) el dispositivo más estudiado para el tratamiento del dolor crónico o agudo en patologías asociadas al dolor musculoesquelético. En la bibliografía científica existe controversia en relación con su efectividad en el dolor crónico, Brosseau et al. (2002); García, Márquez, Gómez y Beltrán (2013). No existen, hasta la fecha, estudios de WB-EMS que justifiquen o muestren su eficacia.

Por otro lado, la EMS no parece ser el mejor método de recuperación posterior al ejercicio en comparación con otros métodos para llevarla a cabo como la recuperación activa o el descanso pasivo, Vanderthommen, Makrof y Demoulin (2010); Pinar, Kaya, Bicer, Erzeybek y Cotuk (2012).

WB-EMS y celulitis

No hemos encontrado estudios que hicieran referencia a la mejora o reducción de la celulitis con WB-EMS o EMS. Revisiones sobre la etiología y tratamiento de la celulitis no contemplan la EMS como tratamiento para prevenirla o reducirla, Rossi y Vergnanini (2000); Rawlings (2006); Gold (2012) por lo que no podemos afirmar que sean unos métodos efectivos para su tratamiento.

Conclusiones

Aunque WB-EMS es un método de entrenamiento nuevo, la EMS utilizada en su tecnología o dispositivos ha sido ampliamente estudiada durante las últimas décadas y sus beneficios o mejoras no apoyan los promovidos por los centros de WB-EMS. Tampoco las recientes investigaciones sobre WB-EMS han obtenido resultados que apoyen los beneficios suscitados siendo estos muy

modestos y poco extensibles al haberse realizado en su mayoría sobre poblaciones específicas. Además, no impacta de forma clara sobre la pérdida de grasa corporal y no cumple con el mínimo de minutos de actividad física semanal recomendada por la Organización Mundial de la Salud, por lo que no debe utilizarse como sustituto o alternativa al ejercicio físico tradicional.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Bezerra, P., Zhou, S., Crowley, Z., Brooks, L., & Hooper, A. (2009). Effects of unilateral electromyostimulation superimposed on voluntary training on strength and cross-sectional area. *Muscle & Nerve*, 40(3), 430-437. doi:10.1002/mus.21329
- Benito, P. J. (2014). Gasto energético. En P. J. Benito, S. C. Calvo, C. Gómez & C. Iglesias, *Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte* (pp. 323-348). Madrid: UNED.
- Benito, E. L., & Martínez, E. J. (2013). *Electroestimulación neuromuscular en el deporte*. Sevilla: Wanceulen.
- Boschetti, G. (2004). *¿Qué es la electroestimulación? Teoría, práctica y metodología del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Boteanu, A., Cardeñosa, A. B., & Espejo, A. (2014). Rabdomiolisis secundaria al uso de electroestimulación muscular. *Acta Reumatológica*, 1(2).
- Brosseau, L., Milne, S., Robinson, V., Marchand, S., Shea, B., Wells, G., & Tugwell, P. (2002). Efficacy of the transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *Spine*, 27(6), 596-603. doi:10.1097/00007632-200203150-00007
- Chulvi-Medrano & I., Masiá, L. (2012). Entrenamiento cardiovascular utilizando máquinas elípticas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(45), 170-178.
- Cometti, G. (2014). *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.
- Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2012). Electromyostimulation. A systematic review of effects of different electromyostimulation methods on selected parameters in trained and elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 26(9), 2600-2601.
- García, R., Márquez, S., Gómez, R. I., & Beltrán, C. (2013). *Eficacia, seguridad y coste-efectividad de la estimulación eléctrica transcutánea (TENS) en el tratamiento del dolor musculoesquelético crónico*. Sevilla: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía.
- Gold, M. H. (2012). Cellulite—an overview of non-invasive therapy with energy-based systems. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 10(8), 553-558. doi:10.1111/j.1610-0387.2012.07950.x
- Gondin, J., Cozzone, P. J., & Bendahan, D. (2011). Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes? *European journal of applied physiology*, 111(10), 2473-2487.
- González, M., Benito, P. J., & Meléndez, A. (2008). Obesidad. En J. L. Chicharro & M. López, *Fisiología clínica del ejercicio* (pp. 279-300). Madrid: Médica Panamericana.

- Gregory, C. M., & Bickel, C. S. (2005). Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Physical therapy*, 85(4), 358-364.
- Grosset, J. F., Crowe, L., De Vito, G., O'Shea, D., & Caulfield, B. (2013). Comparative effect of 1 h session of electrical muscle stimulation and walking activity on energy expenditure and substrate oxidation in obese subjects. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(1), 57-65. doi:10.1139/apnm-2011-0367
- Guarascio, P., Lusi, E. A., & Soccorsi, F. (2004). Electronic muscular stimulators: a novel unsuspected cause of rhabdomyolysis. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 505. doi:10.1136/bjbm.2003.008540
- Guillén, C. A., Zegarra, S., & Medina, C. (2015). Rabdomiolisis secundaria a la realización de actividad física y electroestimulación simultánea: reporte de un caso. *Reumatología Clínica*, 11(4). doi:10.1016/j.reuma.2014.12.012
- Hamada, T., Hayashi, T., Kimura, T., Nakao, K., & Moritani, T. (2004). Electrical stimulation of human lower extremities enhances energy consumption, carbohydrate oxidation, and whole body glucose uptake. *Journal of Applied Physiology*, 96(3), 911-916.
- Herrero, J. A., Abadía, O., Morante, J. C., & García, J. (2007). Parámetros del entrenamiento con electroestimulación y efectos crónicos sobre la función muscular (II). *Archivos de Medicina del Deporte*, 24(117), 43-53.
- Herrero, J. A., Abadía, O., Abardía, C., & Maffiuletti, N. A. (2008). Entrenamiento con electroestimulación neuromuscular. En M. Izquierdo, *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. (pp. 727-743). Madrid: Panamericana.
- Holcomb, W. R. (2005). Is neuromuscular electrical stimulation an effective alternative to resistance training? *Strength and Conditioning Journal*, 27(3), 76-79.
- Hsu, M. J., Wei, S. H., & Chang, Y. J. (2011). Effect of neuromuscular muscle stimulation on energy expenditure in healthy adults. *Sensors*, 11(2), 1932-1942. doi:10.3390/s110201932
- Jubeau, M., Muthalib, M., Millet, G. Y., Maffiuletti, N. A., & Nosaka, K. (2012). Comparison in muscle damage between maximal voluntary and electrically evoked isometric contractions of the elbow flexors. *European Journal of Applied Physiology*, 112(2), 429-438. doi:10.1007/s00421-011-1991-3
- Jubeau, M., Sartorio, A., Marinone, P. G., Agosti, F., Van Hoecke, J., Nosaka, K., & Maffiuletti, N. A. (2008). Comparison between voluntary and stimulated contractions of the quadriceps femoris for growth hormone response and muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 104(1), 75-81.
- Kemmler, W., Bebenek, M., Engelke, K., & Von Stengel, S. (2014). Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: the training and electrostimulation trial (TEST-III). *American Aging Association*, 36(1), 395-406. doi:10.1007/s11357-013-9575-2
- Kemmler, W., Schliffka, R., Mayhew, J. L., & Von Stengel, S. (2010). Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the training and electrostimulation trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1880-1887.
- Kemmler, W., & Von Stengel, S. (2012). Alternative exercise technologies to fight against sarcopenia at old age: a series of studies and review. *Journal of Aging Research*, 2012, 8 pp.
- Kemmler, W., & Von Stengel, S. (2013). Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial. *Clinical Intervention in Age* (8), 1353-1364. doi:10.2147/CIA.S52337
- Kemmler, W., Von Stengel, S., Schawarz, J., & Mayhew, J. L. (2012). Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 240-245. doi:10.1519/JSC.0b013e31821a3a11
- Meynial-Denis, D., Guérin, O., Schneider, S. M., Volkert, D., & Sieber, C. C. (2012). New strategies to fight against sarcopenia at old age. *Journal of Aging Research*, 2012. doi:10.1155/2012/676042
- Paillard, T. (2008). Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sports Medicine*, 38(2), 161-177. doi:10.2165/00007256-200838020-00005
- Paillard, T., Noe, F., Passelergue, P., & Dupui, P. (2005). Electrical stimulation superimposed onto voluntary muscular contraction. *Sports Medicine*, 35(11), 951-966. doi:10.2165/00007256-200535110-00003
- Pena, J. M., Rodríguez, A. J., Duarte, A., Mármol, S., & Lozano, J. M. (2007). Tratamiento de la disfunción del suelo pélvico. *Actas Urológicas Españolas*, 31(7), 719-731. doi:10.1016/S0210-4806(07)73712-9
- Pereira, V. S., Boniotti, L., Correia, G. N., & Driusso, P. (2012). Effects of surface electrical stimulation in older women with stress urinary incontinence: A randomized controlled pilot study. *Actas Urológicas Españolas*, 36(8), 491-496. doi:10.1016/j.acuro.2011.11.016
- Pinar, S., Kaya, F., Bicer, B., Erzeybek, M. S., & Cotuk, H. B. (2012). Different recovery methods and muscle performance after exhausting exercise: comparison of the effects of electrical muscle stimulation and massage. *Biology of Sport*, 29(4), 269. doi:10.5604/20831862.1019664
- Pombo, M., Rodríguez, J., Brunet, X., & Requena, B. (2004). *Electroestimulación: entrenamiento y periodización*. Barcelona: Paidotribo.
- Rawlings, A. V. (2006). Cellulite and its treatment. *International Journal of Cosmetic Science*, 28(3), 175-190. doi:10.1111/j.1467-2494.2006.00318.x
- Rodríguez, J. M. (2004). *Electroterapia en fisioterapia*. Madrid: Panamericana.
- Rossi, A. B. R., & Vergnanini, A. L. (2000). Cellulite: a review. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 14(4), 251-262. doi:10.1046/j.1468-3083.2000.00016.x
- Seyri, K. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), 70-75. doi:10.1519/SSC.0b013e3182079f11
- Vanderthommen, M., Makro, S., & Demoulin, C. (2010). Comparison of active and electrostimulated recovery strategies after fatiguing exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 164.
- Von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., & Kemmler, W. (2015). Whole-body electromyostimulation to fight osteopenia in elderly females: the randomized controlled training and electrostimulation trial (TEST-III). *Journal of Osteoporosis*, 2015. doi:10.1155/2015/643520
- Wahl, P., Hein, M., Achtzehn, S., Bloch, W., & Mester, J. (2015). Acute effects of superimposed electromyostimulation during cycling on myokines and markers of muscle damage. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 15(1), 53-59.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.