



Lic. Andrés Romañuk

Licenciado en Kinesiología y Fisiatría, UBA.

Docente cátedra oficial de Fisioterapia y climatoterapia UBA

Kinesiólogo INTRAR

Kinesiólogo FISIOSPORT

Kinesiólogo Deportivo Armenio

Contacto:

romaandres@yahoo.com

PALABRAS CLAVE

Electroestimulación

Entrenamiento

Frecuencia

Fuerza

El diccionario de la real academia española expresa de la palabra estimulación-estimar (Del lat. *stimulatio*, -ōnis), las siguientes definiciones, 1. f. Acción y efecto de estimular. (Del lat. *stimulāre*), 2. Incitar, excitar con viveza a la ejecución de algo, 3. Avivar una actividad, operación o función (1). Esto es el objetivo de la electroestimulación aplicada, es decir recuperar toda o parte de esa actividad perdida o disminuida, fundamentalmente en el musculo, como la clínica nos muestra. Las Corrientes rusas son quizás las más conocidas y nombradas, aunque existen otros tipos de corrientes como las de baja frecuencia, microcorrientes, australianas, entre otras, siendo una herramienta de trabajo de uso frecuente para la Kinesiología deportiva. Numerosas indicaciones justifican su aplicación, con el beneficio de poseer pocas contraindicaciones. Cientos de estudios las mencionan, investigan y comparan. En este breve artículo se mencionara parte de la historia, estudios comparativos y aplicaciones óptimas de las corrientes.

HISTORIA

Pese a los primeros trabajos realizados por Swammerdam en la década 1660, donde comienzan a establecerse las bases de la neurofisiología, se considera que el soporte experimental de la naturaleza eléctrica de los impulsos nerviosos fue proporcionado 80 años más tarde, cuando Luigi Galvani realiza sus primeros experimentos aplicados al musculo. A partir de 1780 comenzó a incluir en sus conferencias pequeños experimentos prácticos que demostraban a los estudiantes la naturaleza y propiedades de la electricidad. En una de sus experiencias, demostró que, aplicando un estímulo a la medula espinal de una rana muerta, se producían grandes contracciones musculares en sus miembros. Estas descargas podían lograr que las patas saltaran igual que cuando el animal estaba vivo. Años más tarde, en 1791, Galvani publicó "Die Viribus Electricitatis in Motu musculari", en esta monografía describió la relación de corriente eléctrica y contracción muscular a través de los nervios en un espécimen de rana, lo que él llamó "electricidad animal" (2).

Las Corrientes rusas, fueron descubiertas por el Dr. Yakov Kots, en 1977, él mismo fue el encargado de darlas a conocer en el simposio de intercambio en electroestimulación musculo esquelético entre Canada y la entonces Union soviética, en diciembre de ese año en la Universidad de Concordia, en Montreal, Quebec, Canadá (3). Se cree que desde los años 70 se estaban usando en deportistas olimpicos. Lamentablemente no existen muchas referencias bibliograficas de su trabajo, y es una de las criticas mas importantes hacia este científico. Incluso años mas tarde, en 1986, Kots realiza un trabajo de investigación en Canada conjuntamente con Pierre, Taylor y Lavoie, acerca de los efectos de sus Corrientes en las fibras del Cuádriceps femoral (4), pero nuevamente no presenta copias, ni bibliografía de sus trabajos publicados en ruso.

En una interesante publicación de Ward y Shkuratova se dan a conocer datos de los pocos estudios de Kots publicados en ruso. Donde se describe su conocido regimen 10/50/10, y parte de esa investigación junto con otras (5).

Las corrientes de media frecuencia son más confortables que las de baja. Ya Darsonval, en 1891, mencionaba que ante la aplicación transcutánea de una corriente alterna con voltaje constante, con una frecuencia de 1.5Khz es más dolorosa que otra de 5Khz, pero ambas, son mucho más confortables que 75Hz y 20Hz (6). Esta es básicamente la ventaja de las Corrientes rusas y/o de frecuencia media usada, causando más confort al momento de su aplicación.

Este es parte del rol de la piel como barrera capacitativa al flujo de la corriente. Entonces con el incremento de la frecuencia, la piel ofrece progresivamente

menos impedancia, permitiendo que menos energía eléctrica se disipe periféricamente y más penetre en el músculo (Nelson 1991, Reilly 1992) (7).

Kots y Xvilon (1971) en uno de sus artículos describen las investigaciones hechas en búsqueda del mejor régimen de estimulación, encontrando el conocido 10/50/10 (5). Mencionan dos partes de su estudio, usando una frecuencia distinta de la conocida corriente alterna portadora de 2500Hz, usan una corriente pulsada rectangular de poca duración a una frecuencia de 50Hz. En esta primera parte, determinan el óptimo tiempo de estimulación "on" y "off". Es interesante aclarar en este punto que la aplicación de la pausa (tiempo off) fue testada en aumento desde 10 a 50 seg, comparando la fuerza entre un estímulo y el otro luego de la pausa, los mejores valores del torque se encontraron con las pausas más amplias, 40-50seg.

En una segunda parte examinan la mejora de la fuerza en una sesión de entrenamiento de diez minutos en aplicaciones diarias o cada día por medio durante un periodo de 9 y 19 días.

Aparato usado para medir el torque en la contracción voluntaria máxima y eléctricamente inducida en: músculo tríceps sural y bíceps braquial.

Electroestimulación aplicada

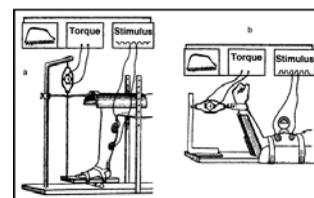
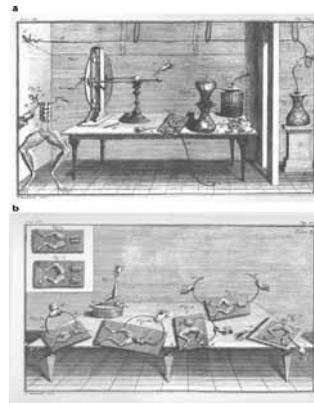
Generalmente se piensa que la ES por sí sola o sumada a una contracción voluntaria (VC) dará un nivel de fuerza mayor a la contracción voluntaria aislada. Lamentablemente, Selkowitz (8), en su revisión y discusión del American Journal of Sport Medicine, no encuentra estudios que sostengan esto, y observa diferencias en los resultados de investigaciones con respecto a los niveles de fuerza encontrados. Postula, por ejemplo, que la ES aumenta la fuerza isométrica del cuádriceps en ciertas posiciones, sostenido por algunos resultados de Erikson que incluso refiere encontrar aumentos en el salto vertical en los deportistas. Por otro lado, Selkowitz (8) también publica estudios donde la fuerza ganada con ES no tiene diferencias significativas con el grupo control.

Con respecto a la VC, ES y VC+ES simultánea, Selkowitz concluye que no hay diferencias significativas entre los resultados de fuerza obtenidos entre una forma y otra, los resultados publicados los basa en estudios de Laughman et al, McMiken et al, Kubiak et al, Currier y Mann, Kramer y Semple. Deben realizarse más estudios protocolizados con test pre y post ES, criterios adecuados de selección y evaluación, y una adecuada evaluación y valoración estadística, entre otras cosas, para terminar de concluir estos datos.

En el estudio de Ward et al, Kots recomienda que la aplicación de la ES debe hacerse conjuntamente con la contracción voluntaria y no como un complemento o separado a esta (5). En este mismo estudio Ward y cols. argumentan que la suma recluta diferentes tipos de fibras, siendo fibras Ft II y Ft I, en cuanto a la ES y VC respectivamente, y esto produciría mayores niveles de fuerza. Dentro de los resultados obtenidos por Kots y Xvilon (5) se encuentran importantes aumentos de fuerza de 27% - 56%, que hoy en día están en duda. Se podría decir que estas diferencias que se encuentran entre los estudios se deben a las poblaciones usadas, personas sanas (deportistas y no) y enfermas, ya que se modifica el patrón de reclutamiento muscular ampliamente en unos y otros.

Frecuencia y Duty Cycle (ciclo de trabajo)

Ward y Robertson en 1998 encontraron que la fuerza se incrementa con la disminución de la frecuencia, obteniendo a 1000Hz el valor óptimo (6). Más recientemente (2004), los mismos autores, comparan diferentes frecuencias en un rango de 500 a 20000Hz para obtener el mejor torque, y confirman el resultado anterior donde 1000Hz es la frecuencia óptima (9). Además, investigan la producción de fuerza a diferentes duty cycles (DT), hallando mejores niveles de fuerza a 10% que a 50% de DT.



1. Real Academia Española ©
2. Verkhtsky A, Krishtal OA, Petersen OH. 2006 From Galvani to patch clamp: the development of electrophysiology. Dec;453(3):233-47. Epub 2006 Oct 28. Pflugers Arch.
3. Kots YM. Electrostimulation (Canadian-Soviet exchange symposium on electrostimulation of skeletal muscles, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada, December 6-15, 1977). Quoted in: Kramer J, Mendryk SW. Electrical stimulation as a strength improvement technique. J Orthop Sports Phys Ther. 1982;4:91-98.
4. St Pierre D, Taylor AW, La-voie M, et al. Effects of 2,500-Hz sinusoidal current on fibre area and strength of the quadriceps femoris. J Sports Med. 1986;26:60-66.
5. Alex R Ward and Nataliya Shkuratova Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments Physical Therapy 2002 82: 1019-1030.
6. Alex R Ward, Warwick G Oliver, and Danielle Buccella Wrist Extensor Torque Production and Discomfort Associated With Low-Frequency and Burst-Modulated Kilohertz-Frequency Currents. Physical Therapy 2006 86: 1360-1367
7. Yocheved Laufer and Michal Elboim. Effect of Burst Frequency and Duration of Kilohertz-Frequency Alternating Currents and of Low-Frequency Pulsed Currents on Strength of Contraction, Muscle Fatigue, and Perceived Discomfort. PHYS THER. Vol. 88, No. 10, October 2008, pp. 1167-1176.
8. Selkowitz DM. High frequency electrical stimulation in muscle strengthening. Am J Sports Med. 1989; 17:103-111

Otro resultado arrojado es que 4000Hz es la frecuencia óptima para minimizar el disconfort.

El DT también influiría en el disconfort, y si bien en 10% de DT se genera la mayor fuerza, se encuentra la mejor relación entre disconfort y fuerza generada a 20%. Cuando el DT es alto la producción de fuerza se reduce (6).

Baja frecuencia (BF) versus media frecuencia (MF)

Actualmente siguen existiendo controversias en la literatura acerca de los resultados obtenidos de fuerza, fatiga y disconfort con estas corrientes.

Laufer et al en 2001 publicaron un trabajo evaluando dos corrientes de baja frecuencia (BF) y una de media frecuencia (rusas), y concluyen que esta última genera menor fuerza de contracción que las de BF, y adicionalmente producen fatiga muscular de manera más rápida (10).

Por su parte, Ward et al, en una publicación del 2006, estudian el torque producido en los extensores de muñeca, y el disconfort asociado, con dos corrientes de BF y dos de MF (rusas y australianas-“Aussie”) (6). La conclusión presentada es similar al estudio de Laufer, donde las corrientes de BF presentan niveles de fuerza mayores, pero se asocian a mayor disconfort. La justificación de Ward y sus colaboradores llega de la mano de las “Aussie currents” o corrientes australianas, generando una modificación al régimen de las corrientes rusas, aplican 1000Hz de frecuencia portadora y 50Hz de modulada, con un duty cycle de 20% y una duración de la fase de 500us. De esta manera, obtienen similares valores de fuerza que las corrientes de BF y el disconfort asociado es menor, siendo casi igual al de las corrientes rusas.

En otra publicación de Laufer de fines del 2008, comparan ambas corrientes observando el torque producido, la fatiga muscular y el disconfort (11). Los resultados presentados favorecen ventajosamente en los tres puntos a la BF, con mejores niveles de fuerza, menor producción de fatiga y menos disconfort asociado.

Electroestimulación clínica y conclusiones

Es interesante encontrar la variabilidad de los resultados obtenidos en las investigaciones publicadas, y el vuelco hacia las corrientes de baja frecuencia y nuevos tipos de estímulos como las corrientes Australianas. Adicionalmente, cada tipo de estímulo usado dependerá del tipo de paciente y la etapa que esté cursando de un determinado proceso.

Algunos datos que podemos concluir son:

La electroestimulación aumenta la fuerza y reclutamiento muscular, generando hipertrofia.

Las corrientes de media frecuencia generan mayor confort.

Las corrientes de baja frecuencia generan más disconfort, pero mayor torque y menos fatigabilidad.

Las frecuencias cercanas a 1000 Hz favorecen la producción de fuerza, las cercanas a 4000 Hz son más confortables.

Un duty cycle más bajo genera mayor producción de fuerza, aunque se encontró que en 20% se encuentra la mejor relación trabajo-confort.

Utilizar tiempos de pausa prolongados, entre 10 - 60seg, para disminuir la fatiga. Establecer tiempos de contracción desde 2 a 10seg, buscando contracciones mantenidas.

Sumar ES junto con la VC.

Queda a buen criterio nuestro el uso de estas corrientes con sus variables a la aplicación clínica. ■