

### **Técnicas eléctricas musculares**

Fortalecimiento y elongación muscular por medio de corrientes eléctricas. Técnicas de las corrientes alternas más utilizadas para el fortalecimiento y la elongación muscular. Indicaciones terapéuticas y contraindicaciones.

#### **1. Aspectos fisiológicos**

#### **2. Aspectos electrofisiológicos**

- Incremento en la fuerza muscular
- Modificaciones en la composición de la fibra muscular

#### **3. Riesgos de la estimulación muscular**

#### **4. Principios generales de aplicación**

- Curvas intensidad/tiempo
- Principios generales de aplicación

#### **5. Fortalecimiento muscular mediante corrientes alternas**

- Corriente farádica/neofarádica
- Corrientes alternas de media frecuencia
- Estimulación rusa
- Corrientes TENS

#### **6. Indicaciones y contraindicaciones de la estimulación muscular**

#### **7. Elongación muscular por medio de corriente eléctrica**

- Aspectos negativos
- Técnica de elongación
- Indicaciones y contraindicaciones

## 1. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

La provocación artificial de contracciones musculares mediante una corriente interrumpida o una corriente alterna, puede perseguir diferentes objetivos; si estamos hablando de denervaciones completas o parciales de fibras musculares, nuestro interés se centrará en “normalizar” ese músculo; por el contrario queremos hipertrofiarlo en el caso de que la inervación del músculo sea normal. En cualquier caso los objetivos más importantes que buscamos son: tonificación de la musculatura, mejora del riego sanguíneo, recuperación de la sensibilidad muscular, obtención de información de la excitabilidad eléctrica de fibras nerviosas y tejido muscular, retardo o impedimento de la atrofia muscular, prevención de la fibrosis muscular, estiramiento muscular e incluso la relajación del músculo.

Antes de entrar a hablar de la estimulación muscular, se hace necesario conocer los dos grandes tipos de fibras musculares: las tónicas y las fásicas y sus diferentes características:

Unidades motrices tónicas	Unidades motrices fásicas
Fibras musculares rojas	Fibras musculares blancas
Filogenéticamente más viejas	Filogenéticamente más jóvenes
Capilaridad óptima	Capilaridad no tan buena
Inervación de neuronas alpha2	Inervación de neuronas Alpha1
Frecuencia tetánica 20-30 Hz	Frecuencia tetánica 50-150 Hz
Se fatigan lentamente	Se fatigan con rapidez
Son unidades estáticas o posturales	Son dinámicas

Podemos resumir diciendo que las unidades motrices tónicas son las primeras en activarse al producirse un movimiento, las unidades motrices fásicas se activan cuando el movimiento requiere un esfuerzo suplementario; en el caso de movimiento rápido las fásicas pueden llegar a activarse antes que las motrices tónicas. Además como las motoneuronas Alpha2 son más pequeñas que las Alpha1 y resulta que las más pequeñas son activadas antes que las más grandes, ahí tenemos una respuesta de por qué las tónicas son activadas antes que las fásicas.

También debemos reconocer que el tejido muscular es capaz de adaptarse a condiciones cambiantes, la resolución de fibras musculares fásicas en tónicas transcurre con mayor facilidad que en el caso inverso y los límites en los cuales se pueden producir esta transformación dependen de la constitución de cada individuo. Al igual que el porcentaje de cada uno de estos tipos de fibras constituyen nuestra musculatura, que dependen potencialmente del músculo que tratemos, pero también del individuo.

Una neurona de gran tamaño tiene un axon más grueso y por lo tanto su velocidad conductora es mayor. Esto es importante para las fibras musculares fásicas, dado que deben proveer una fuerza explosiva de corto plazo o una fuerza adicional de mayor duración. Si uno exige de un músculo una reacción inesperada y rápida, las unidades motrices fásicas son las primeras que entran en actividad. Lo mismo ocurre cuando se realiza un gran esfuerzo físico. Esto se da en particular en los sinergistas que poseen una composición celular diferente.

**Porcentaje de fibras del tipo tónicas**

Músculo	Porcentaje
Gastrocnemio	47-57%
Gluteo mayor	41-71%
Soas-iliaco	37-61%
Tibial anterior	53-80%
Sóleo	70-100%
Vasto medio	53-80%

## 2. ASPECTOS ELECTROFISIOLÓGICOS

Numerosos trabajos de investigación científica se han llevado a cabo para estudiar el efecto de la corriente eléctrica en los músculos y dos aspectos han concentrado la mayoría de estas investigaciones: el incremento en la fuerza muscular y las modificaciones en la composición de las fibras musculares.

Con respecto al **incremento en la fuerza muscular**, se ha demostrado que puede aumentarse bajo los efectos de la excitación eléctrica. En personas sanos el incremento no es superior a aquel logrado a través de ejercicios físicos, pero en el caso de personas de musculatura débil, sí lo es. Este fenómeno se explica por el hecho de que todas las unidades motrices pueden en principio, ser activadas por excitación eléctrica. Esto se traduce en que aquellos pacientes que no puedan, por el motivo que sea, contraer selectivamente un músculo en principio sano, se puede lograr la contracción a través de la corriente eléctrica. Así conseguimos mantener la calidad y cantidad de tejido muscular, recuperar la sensación de contracción muscular, incrementar o mantener la fuerza muscular y estimular la circulación sanguínea y el tropismo en el músculo.

#### Electroestimulación



Por otro lado, con respecto a las **modificaciones en la composición de la fibra muscular** hemos constatado anteriormente que la composición de las fibras musculares se modifica al ser expuesta a un período prolongado de estimulación eléctrica.

Podemos conseguir enrojecer y aumentar la capilaridad de la fibra muscular con lo que adquiere la fibra fásica un carácter de tónica. A lo mejor esta transformación no siempre es deseable, pero como la composición de la fibra muscular se adapta a la función a medida que el músculo es usado de una manera funcional, la transformación adquirida puede ser reversible.

---

### 3. RIESGOS DE LA ESTIMULACIÓN MUSCULAR

Existen varios riesgos reales en la estimulación muscular por medio de la corriente eléctrica. Uno de ellos es el **daño al tendón** que podemos producir fácilmente, dado que en esta contracción "externa o artificial" del músculo estamos neutralizando el mecanismo de protección contra una tensión excesiva del músculo, y ello puede dañar al tendón.

En el caso de utilizar corrientes alternas de baja frecuencia se corre el riesgo de **perturbar el ritmo cardíaco**, amén de lo desagradables de estas corrientes debido a la lentitud con que pasan de una fase a otra.

También por otro lado afectamos a la transmisión nociceptora inhibiéndola en la médula espinal y como consecuencia la **sensación de dolor** durante la contracción muscular no es proporcional al nivel de las vías aferentes nociceptoras, por ello, la estimulación muscular nunca debe ser dolorosa.

El incremento súbito de la fuerza y de las contracciones que se generan por la estimulación eléctrica pueden llegar a **dañar el tejido conjuntivo**, sobre todo la fascia muscular. La adaptación del músculo al incremento de tensión muscular puede producir rigidez tras un esfuerzo prolongado, además de fatiga muscular.

---

### 4. PRINCIPIOS GENERALES DE APLICACIÓN

Las **curvas intensidad / tiempo** son un instrumento que nos permite obtener información sobre la excitabilidad de un músculo o grupo muscular, pudiendo conocer así la medida de la denervación del tejido muscular. La relación entre la amplitud (Intensidad) y el tiempo de impulso se representa gráficamente en las curvas I/T y a partir de ellas podemos determinar la reobase, cronaxia, tiempo útil, etc. De ese músculo o grupo muscular, se trata pues, de un interesante método diagnóstico.

Tanto para el caso diagnóstico anterior, como para el caso terapéutico, los principios que rigen estas técnicas de estimulación eléctrica son:

1. Para conseguir un resultado óptimo se debe intentar una contracción tetánica máxima.
2. La aparición de dolor debe considerarse como un signo de alarma, resultado de un tratamiento demasiado intenso.

3. La aparición de rigidez, sobre todo el día posterior al tratamiento, debe disminuir rápidamente.
4. La aparición de dolor severo implica que ha habido daño tisular, la dosis debe disminuir.
5. La aparición temprana de fatiga impedirá que el músculo presente una respuesta óptima a la estimulación, y no se producirá el efecto esperado, para ello la contracción no debe ser demasiado prolongada y las pausas deben ser lo suficientemente largas para permitir la recuperación del músculo.
6. El paciente debe guiarnos en la intensidad a proporcionarle, dado que el paciente conoce mejor su límite, da mayor sensación de seguridad al paciente y se obtienen contracciones más potentes con este sistema.
7. A la terapia electroexcitomotora debemos añadir terapias físicas ordinarias para conseguir un fortalecimiento completo de la musculatura afectada.
8. Para la mejora de la circulación sanguínea no es deseable el empleo de contracciones prolongadas. Al contrario este tipo de contracciones pueden provocar estancamientos sanguíneos. Por tanto, son aconsejables contracciones rápidas alternativas que además parecen aproximarse más a la situación fisiológica natural.
9. Para la colocación del electrodo podemos seguir dos técnicas diferentes:
  - El electrodo negativo (más pequeño que el positivo) lo situamos sobre el punto de estimulación motor y el positivo a lo largo del músculo; Esta técnica parece aconsejable para estimular músculos pequeños.
  - Un electrodo se sitúa lo más proximal posible a la longitud del músculo y el otro lo más distal, elegimos que el electrodo negativo se sitúe en cualquiera de estas dos posiciones pero lo más cercano posible al punto motor elegido.

---

## 5. FORTALECIMIENTO MUSCULAR MEDIANTE CORRIENTES ALTERNAS

### 5.1. Corriente farádica/neofarádica

Es una corriente alterna de baja frecuencia y muy irregular. Fue descrita por Faraday pero su irregularidad es la causa de que se modificara para la aplicación terapéutica, dando lugar a las corrientes **neofarádicas**.

Las corrientes neofarádicas son corrientes de ultraestimulación (Reiz-Strom) y consisten en un impulso rectangular de 1 milisegundo de duración y un intervalo de descanso de 19 milisegundos; la frecuencia es de 50 Hz. En la práctica la corriente neofarádica con impulsos triangulares no se aplica.

Para provocar la contracción tetánica de los músculos esqueléticos venimos necesitando un mínimo de 7 Hz, pero para que la contracción muscular sea agradable está recomendadas frecuencias que oscilan entre 40 y 80 Hz.

Las aplicaciones terapéuticas de este tipo de corrientes son la reconstrucción consistente de la musculatura tras operación o traumatismo, la reinervación incipiente, la atrofia por desuso y las parálisis o paresias.

### 5.2. Corrientes alternas de media frecuencia

La técnica para aplicar este tipo de corrientes tiene lugar en los siguientes pasos:

1. Durante los 10 primeros segundos, se aumenta la amplitud hasta provocar una contracción fuerte, debemos llegar hasta el umbral de tolerancia.
2. Se mantiene esta contracción durante 20 segundos y si la tensión muscular disminuye en este periodo, se aumenta la amplitud de corriente.
3. Pausa de 30 segundos.
4. Se realizan entre 15 y 20 contracciones, que como duran un minuto, pues el tratamiento será de 15 a 20 minutos.
5. La frecuencia de tratamiento puede variar entre diaria a un mínimo de 3 veces a la semana.

Si utilizamos frecuencias bajas, de hasta 20 Hz, el músculo enrojece y por tanto podemos utilizar esta frecuencia para alterar la composición de las fibras musculares hacia las fibras lentas. Si por el contrario queremos emblanquecer la musculatura y hacerlas de contracción rápida y de fuerza explosiva, utilizaremos frecuencias que rondan los 150 Hz; por ejemplo utilizaremos este último tipo de corrientes en atletas de salto de altura o longitud, para imprimir mayor fuerza a ese salto.

Por último, si el objetivo es únicamente la estimulación muscular de todas las fibras, sean del tipo que sean, utilizaremos frecuencias comprendidas entre los 2000 y 3000 Hz.

### 5.3. Estimulación rusa

Es una corriente alterna interrumpida con una frecuencia portadora de 2500 Hz. Se llama así porque la empleó por vez primera el profesor Kots, en medicina deportiva en la academia estatal de Moscú para el fortalecimiento muscular preprotectorización y también en los cosmonautas rusos.

La corriente se caracteriza por trenes de impulsos de 20 milisegundos de duración y se caracterizaba porque había dos tipos de estimulaciones: una sobre el músculo directamente y otra indirectamente por el nervio.

### 5.4. Corrientes TENS

También llamadas neuroestimulación transcutánea. Pueden servir las corrientes TENS para estimular la contracción muscular, pero también para la analgesia. La diferencia radica en la amplitud; para una estimulación muscular la amplitud se ajusta de tal manera que se produce una máxima contracción, llevando el músculo hasta el umbral de tolerancia..

La duración de las fases suelen oscilar entre 100 y 150 microsegundos y la terapia de trabajo es la siguiente:

1. Se trabaja con un ciclo de un minuto en el que se aumenta la amplitud durante los 10 primeros segundos, hasta obtener una contracción máxima que se mantiene durante 20 segundos, período de relajación de 30 segundos; por tanto igual que en las corrientes alternas de media frecuencia.
2. También 15 a 20 contracciones en 15 a 20 minutos, pero con una frecuencia mínima de 3 veces por semana.

---

## 6. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA ESTIMULACIÓN MUSCULAR

Tiene diferentes **indicaciones** según los distintos campos de actuación:

1. A nivel deportivo: aumento en la capacidad de sprint, salto o resistencia, según las fibras que estimulemos y las frecuencias que utilicemos.
2. A nivel clínico: Normalmente intentamos lograr un aumento de la estabilidad y calmar el dolor en patologías como: condropatía rotuliana, menissectomía, fracturas, rotura de ligamentos, lumbalgias, estabilizaciones articulares, incontinencia y alteraciones posturales.

Las **contraindicaciones** que podemos encontrar son: lesiones musculares, tendinitis, artritis, bursitis, fracturas no consolidadas, lesiones musculares y de partes blandas aun sin consolidar, espasticidad y miopatías.

---

## 7. ELONGACIÓN MUSCULAR POR MEDIO DE CORRIENTE ELÉCTRICA

Se entiende por elongación la separación de los puntos de inserción proximal y distal de los músculos que se desean estirar. Tiene dos **aspectos negativos** que debemos recordar lo antes posible: por un lado en pacientes jóvenes esta técnica produce una elongación del tendón pero no tanto del vientre

muscular. Por otro lado y de forma general esta técnica de elongación no actúa sobre los componentes del tejido conjuntivo que se encuentran en el endomisio y en las capas profundas del perimisio.

La **técnica de elongación** por corrientes eléctricas utiliza corrientes alternas cuyo valor de corriente continua es cero, porque son suaves, no producen quemaduras en la piel y permiten un aumento de amplitud de hasta 140 miliamperios a diferencia de las de baja frecuencia que no pueden superar los 80 miliamperios.

La **intensidad** de la corriente se determina de manera subjetiva sobre la sensación que produce la elongación. En el momento que aparece una sensación de estiramiento se aumenta la potencia hasta que esa sensación subjetiva desaparezca.

La **duración** del tratamiento viene determinada por el efecto obtenido, es decir, una vez logrado el resultado deseado o cuando la sensación de estiramiento no desaparezca al aumentar la potencia, se suspende el tratamiento.

Debemos aplicar los electrodos a ambos lados del vientre muscular, elegimos una corriente suave como puede ser una interferencial de 100 Hz, entonces el músculo es alargado hasta que aparece una sensación de flexibilidad y elasticidad, entonces se aumenta la potencia de la corriente eléctrica hasta que se produzca la contracción, y se procede a alargar el músculo por contracción del antagonista. No debe ejercerse fuerza suplementaria alguna, ya que podría fácilmente provocarse la rotura del tejido conjuntivo.

El proceso de elongación continúa hasta que el paciente siente una sensación de estiramiento, y como ya sabemos, aumentamos entonces la intensidad de la corriente eléctrica hasta que desaparezca esa sensación. Repetiremos este procedimiento hasta lograr el resultado deseado o como ya sabemos, hasta que al aumentar la intensidad no consigamos hacer desaparecer esa sensación de estiramiento.

La **frecuencia** del tratamiento viene determinada principalmente por el efecto que hayamos conseguido en la primera sesión, así tenemos diferentes posibilidades:

- El músculo se estira hasta lograr la longitud deseada en una sesión, no produciéndose acortamientos posteriores, pues ahí se acaban las sesiones de tratamiento, lógicamente.
- El músculo se estira hasta la longitud deseada pero vuelve a acortarse. Si este acortamiento se produce unas pocas horas después de la sesión, se puede tratar de un acortamiento funcional, siendo ésta una contraindicación y, por tanto, también se acabó el tratamiento, aunque en este caso no logramos los objetivos trazados inicialmente.
- El músculo no alcanza la elongación deseada en una única sesión. Por tanto y mientras no aparezcan efectos secundarios adversos, continuamos realizando sesiones de tratamiento siempre y cuando la rigidez y/o el dolor muscular posteriores hayan desaparecido.

Las **indicaciones** de la elongación muscular por estimulación eléctrica son los acortamientos musculares producidos por hipertonicidad o por rigidez del tejido conjuntivo.

Como **contraindicaciones** podemos citar las tendinitis con acortamiento en el tejido conjuntivo, las tendinitis del tendón de aquiles, las epicondilitis y de manera relativa está contraindicado en lesiones musculares, artritis, bursitis, fracturas y roturas musculares y ligamentosas no consolidadas.