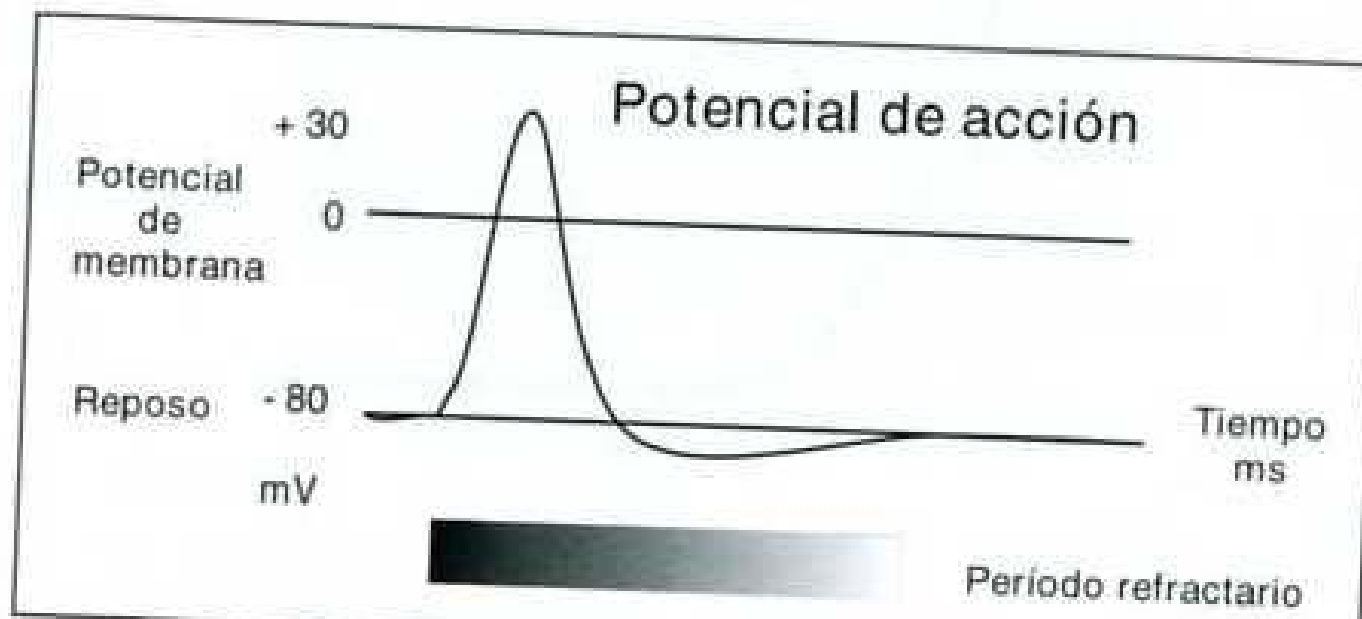


PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE LA ELECTROESTIMULACIÓN

Manuel Valdés Vilches
Servicio de Rehabilitación y Medicina Física
Hospital Sant Pau i Santa Tecla
Tarragona



La aplicación de una corriente eléctrica es capaz de despolarizar la membrana de la fibra muscular o nerviosa y producir artificialmente su excitación.



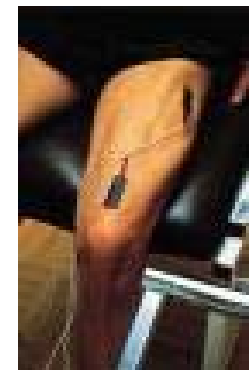
*Corrientes **analgésicas***

estimulación fibras nerviosas aferentes
sensitivas



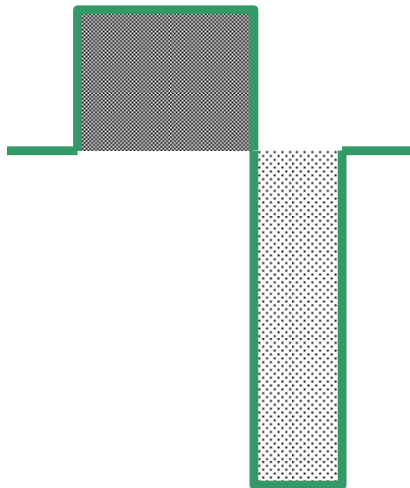
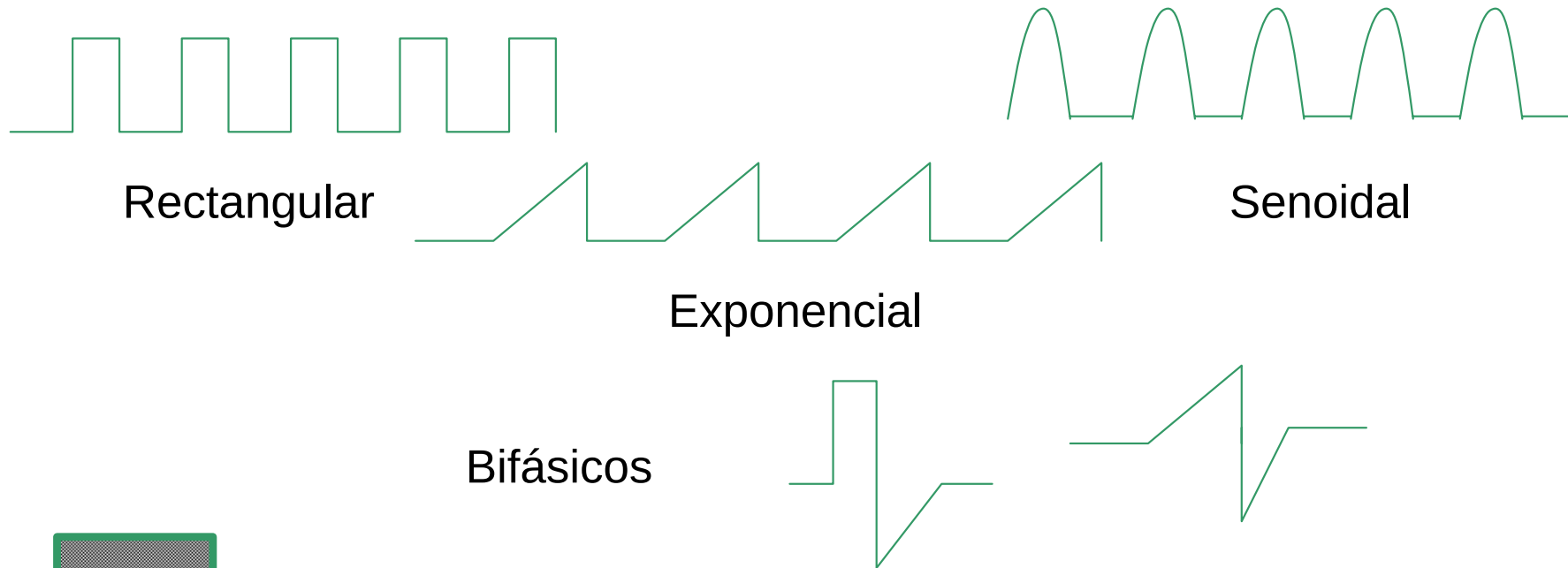
*Corrientes **excitomotoras***

estimulación fibras eferentes
motoras



Características de la corriente

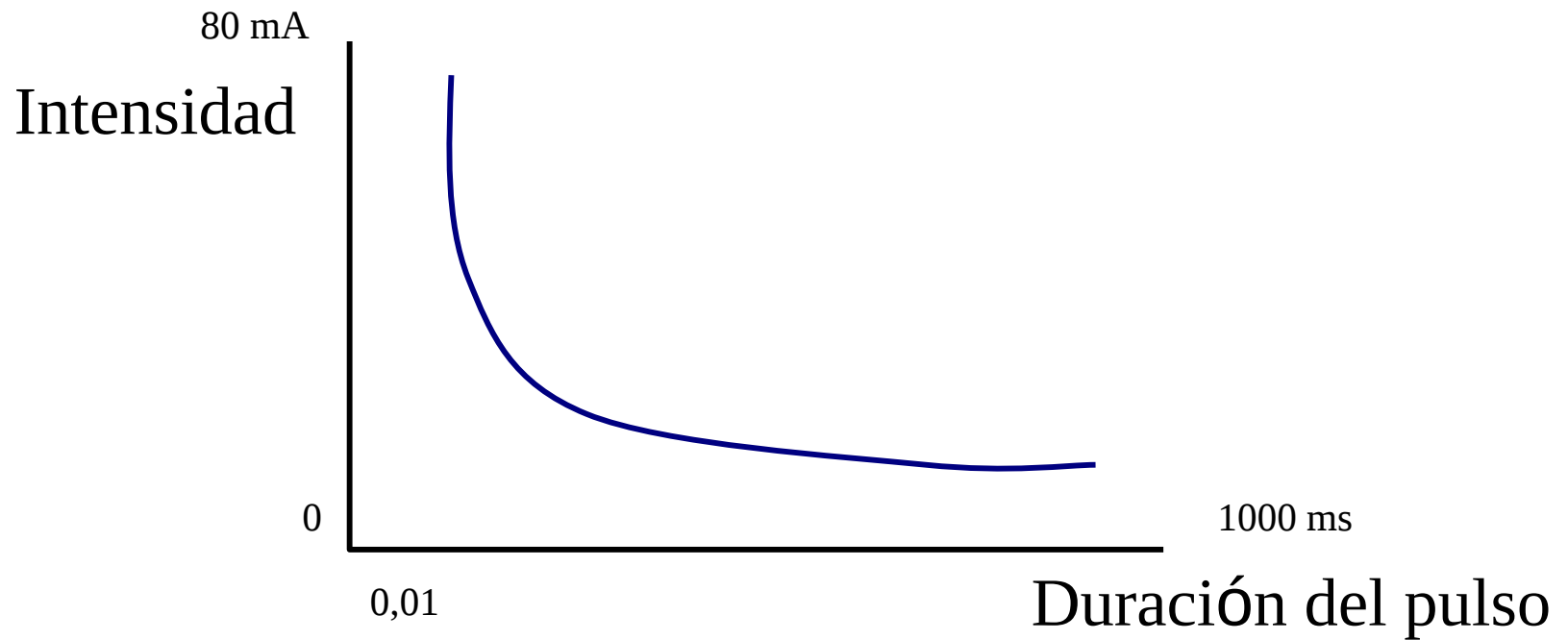
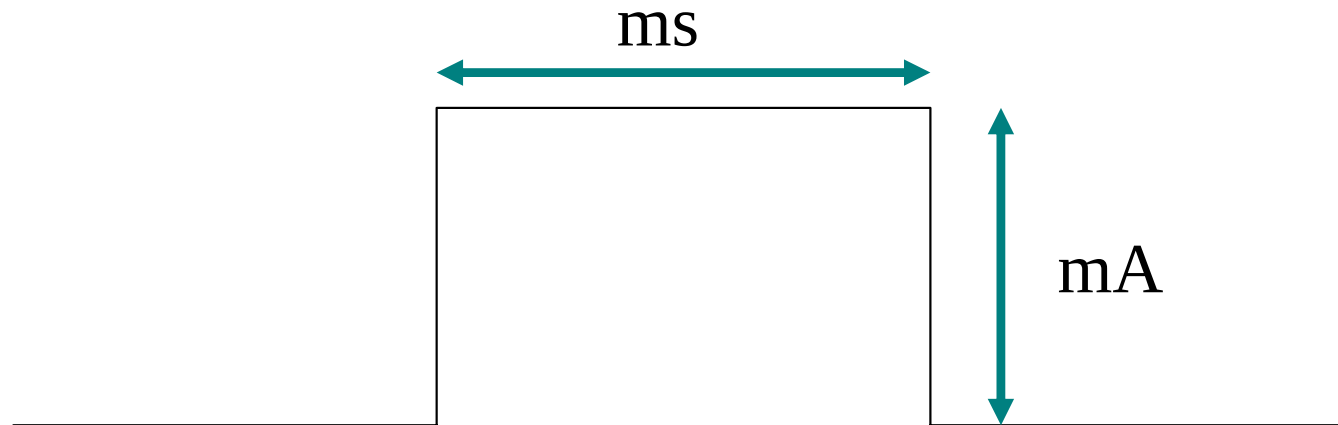
Galvánica interrumpida en PULSOS



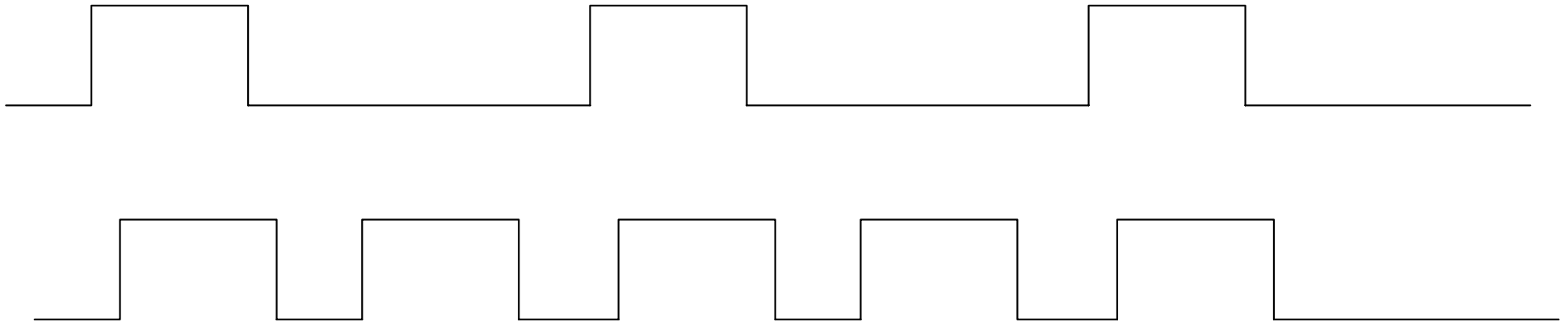
Pulsos bifásicos compensados

Se neutraliza el efecto galvánico
Mejora tolerancia en la piel

Duración e intensidad del pulso



Frecuencia de estimulación



> 30 Hz (sobre fibra motora)



Tetanización muscular

Aplicación en trenes



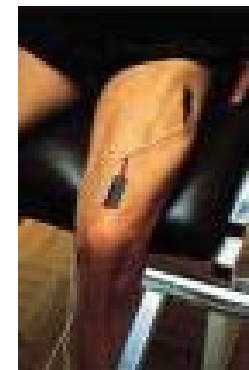
Modulación en intensidad: Pendiente ascenso y descenso

Modulación en frecuencia: evitar adaptación en corrientes analgésicas (pej.interferenciales)

Corrientes analgésicas
(estimulación fibras nerviosas
aferentes sensitivas)



Corrientes excitomotoras
(estimulación fibras eferentes
motoras)



TENS

(Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)

Despolarización de los nervios
sensitivos periféricos para
provocar, fundamentalmente,
disminución del dolor.



TENS - Mecanismo de acción

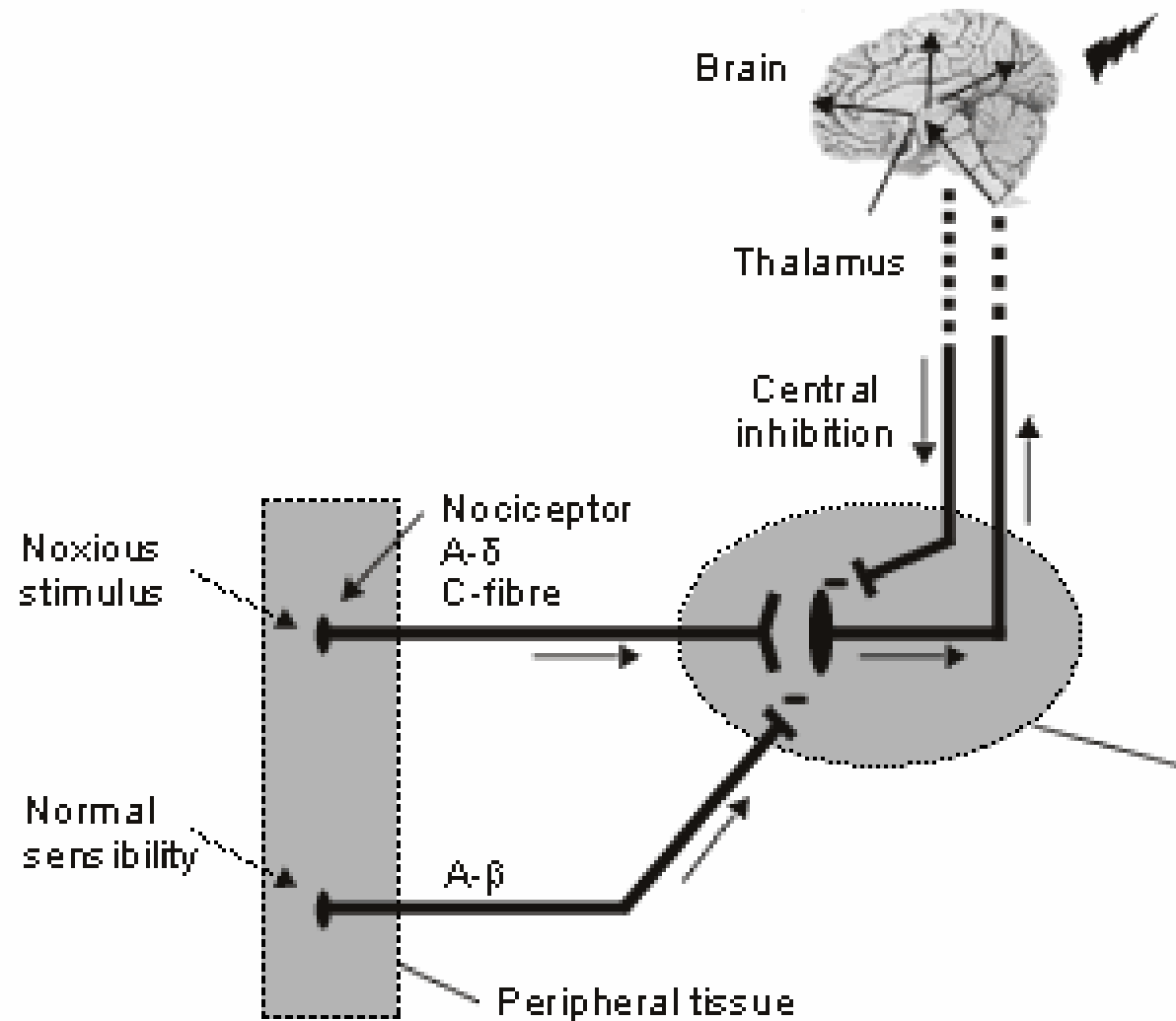
- Teoría de la puerta de entrada
(Melzack y Wall 1965)
- Liberación endorfinas: Inhibición de la liberación de neurotransmisores excitatorios a nivel medular y supramedular.

TENS - Teoría puerta de entrada

A δ : Dolor

C: Dolor

A β : Tacto



TENS - Modalidades

- Convencional o de alta frecuencia
(*high-rate, HiTENS*)
- Baja frecuencia (*low-rate, acupuncture-like, LoTENS*)
- Baja frecuencia en trenes o ráfagas
(*low-rate burst*)
- Breve o intensa (*brief intense*)

TENS - Modalidades

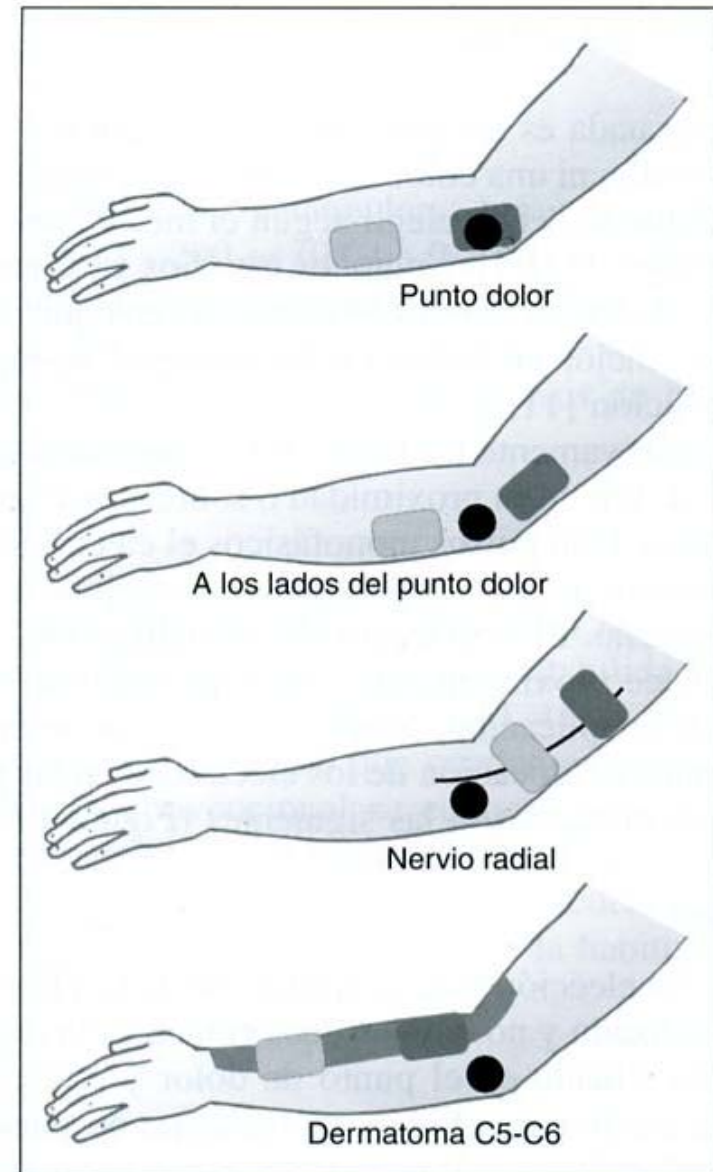
	Mecanismo	Duración	Indicación
ALTA FRECUENCIA (80-100 Hz)	Teoría de la puerta de entrada	Inicio rápido y de corta duración	Dolores agudos y superficiales
BAJA FRECUENCIA (1-4 Hz)	Liberación de endorfinas (revierte con naloxona)	Inicio tardío y duradero	Dolores crónicos y profundos

TENS - Técnica de aplicación

Alta frecuencia

Colocar los electrodos directamente sobre la zona dolorosa o también sobre trayecto nervioso, puntos gatillos, puntos acupuntura, dermatoma, miembro contralateral...

Sensación de cosquilleo



TENS - Técnica de aplicación

Baja frecuencia

Sobre un músculo del
miotoma perteneciente a la
misma metámera que el
origen del dolor o en el
punto motor del músculo.

QuickTime™ and a
Motion JPEG OpenDML decompressor
are needed to see this picture.

***Contracción muscular
visible (sin movimiento)***

TENS - Pauta de aplicación

1. Realizar unas sesiones de prueba modificando la frecuencia, anchura del pulso, modulación trenes,...

Comenzar con **TENS convencional** (buena tolerancia y alivio rápido del dolor)

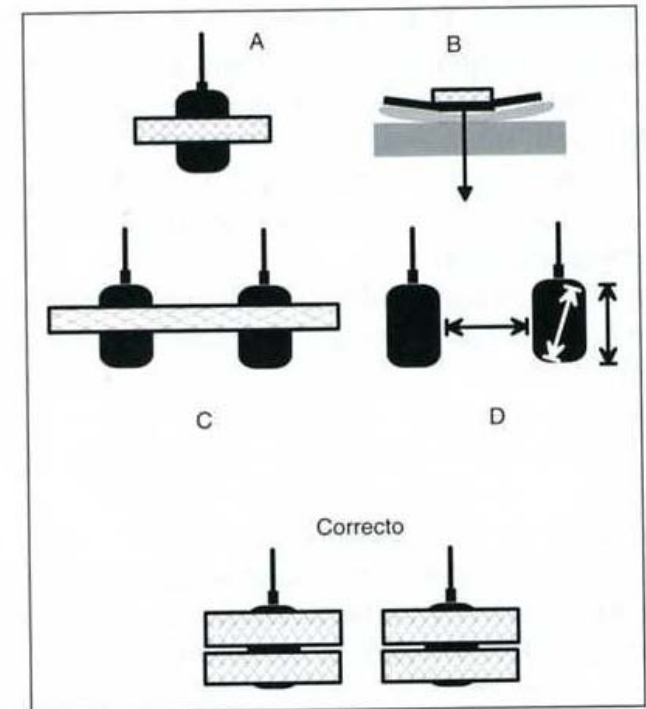
- Duración sesión: 10'-20'. Duración efecto hasta 2h.
- Si no alivio después de 10 ' modificar parámetros, electrodos o modalidad.

2. Establecer la pauta de aplicación

Pej: TENS baja frecuencia 2-3 veces al día en sesiones de 20'-30' duración.

Precauciones

- Conservación adecuada de electrodos.
- Almohadillas húmedas y bien aclaradas
- Buen contacto electrodo-
piel
- Buen estado de la piel
(erosiones y heridas)



Contraindicaciones TENS

- Marcapasos, estimuladores (Parkinson, incontinencia,...)
- Anestesia o hipoestesia de la piel.
- Falta de cooperación del paciente (ancianos, niños,...)
- Neoplasias.
- Infecciones y procesos inflamatorios agudos.
- Zona precordial, seno carotideo, laringe.
- Embarazo (contraindicación relativa).
- Patologías ginecológicas (metrorragias), en aplicaciones abdominales.
- Epilepsia (contraindicación relativa).
- Osteosíntesis y endoprótesis metálicas (pulsos no compensados).

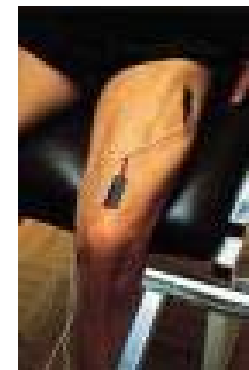
Corrientes analgésicas

(estimulación fibras nerviosas
aferentes sensitivas)



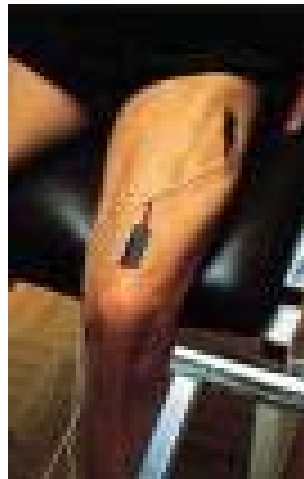
*Corrientes **excitomotoras***

(estimulación fibras eferentes
motoras)

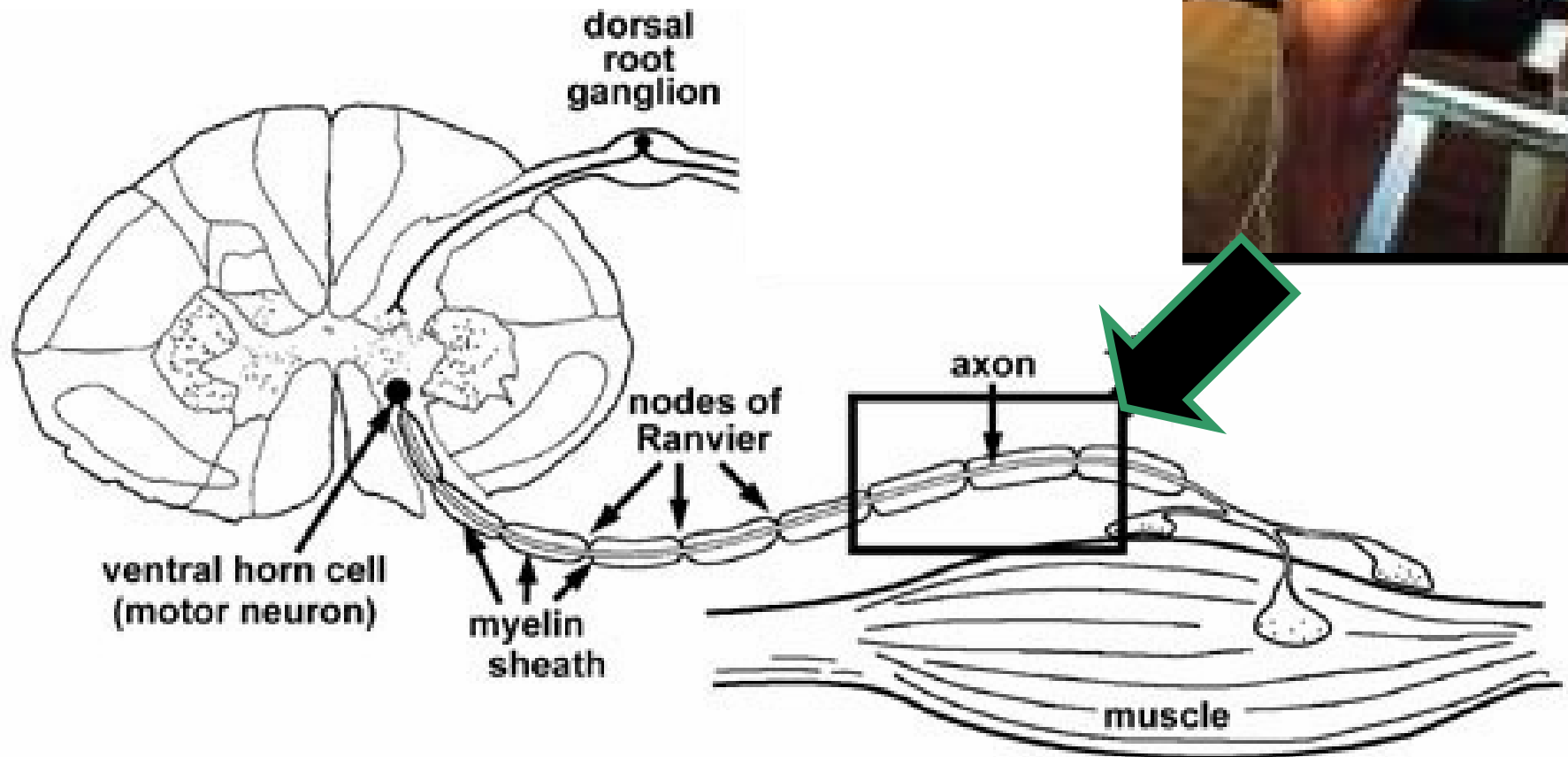


Estimulación neuromuscular

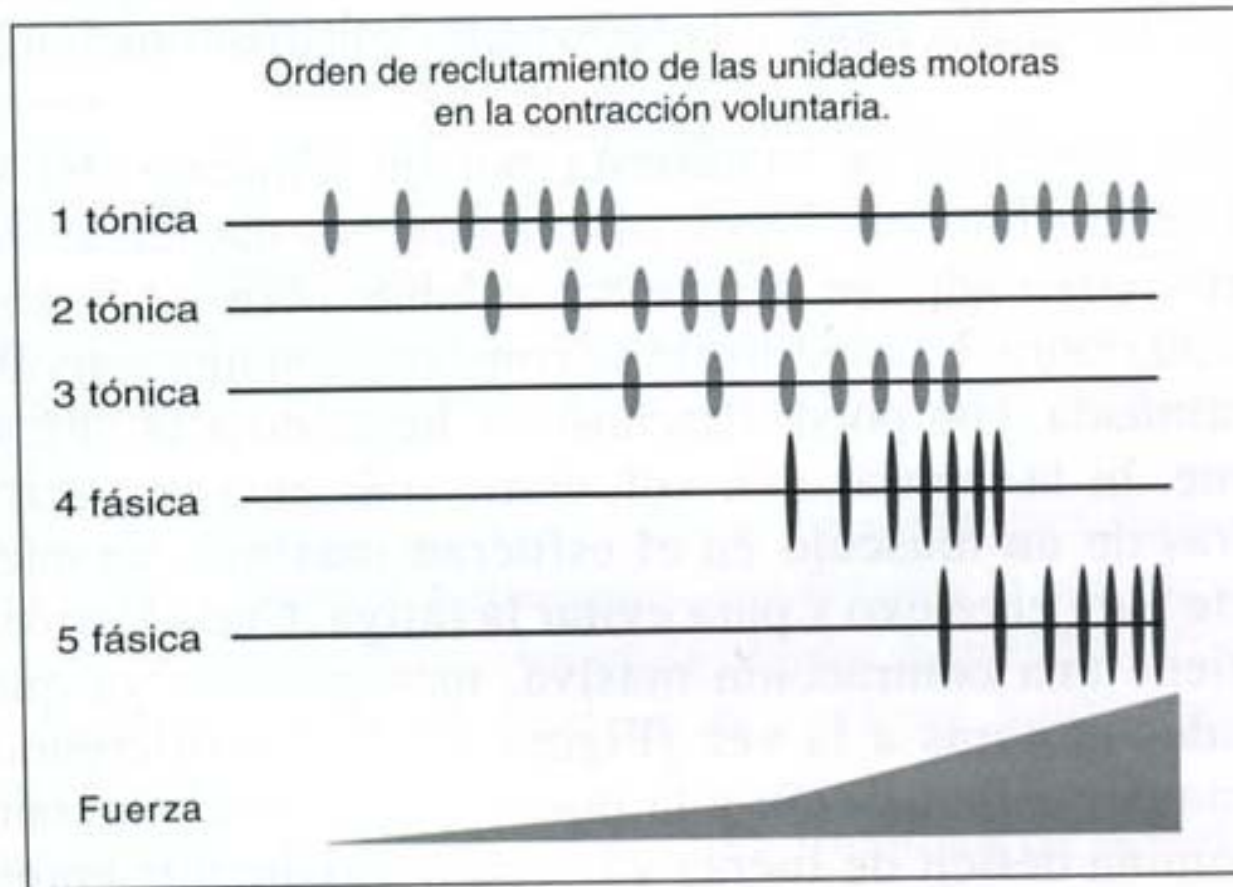
El umbral para estimulación directa de la fibra muscular es entre 100 y 1000 veces más alto que el umbral para estimulación del nervio.



En un músculo con inervación preservada la estimulación “muscular” se realiza a través del nervio correspondiente.



Contracción voluntaria vs electroestimulación



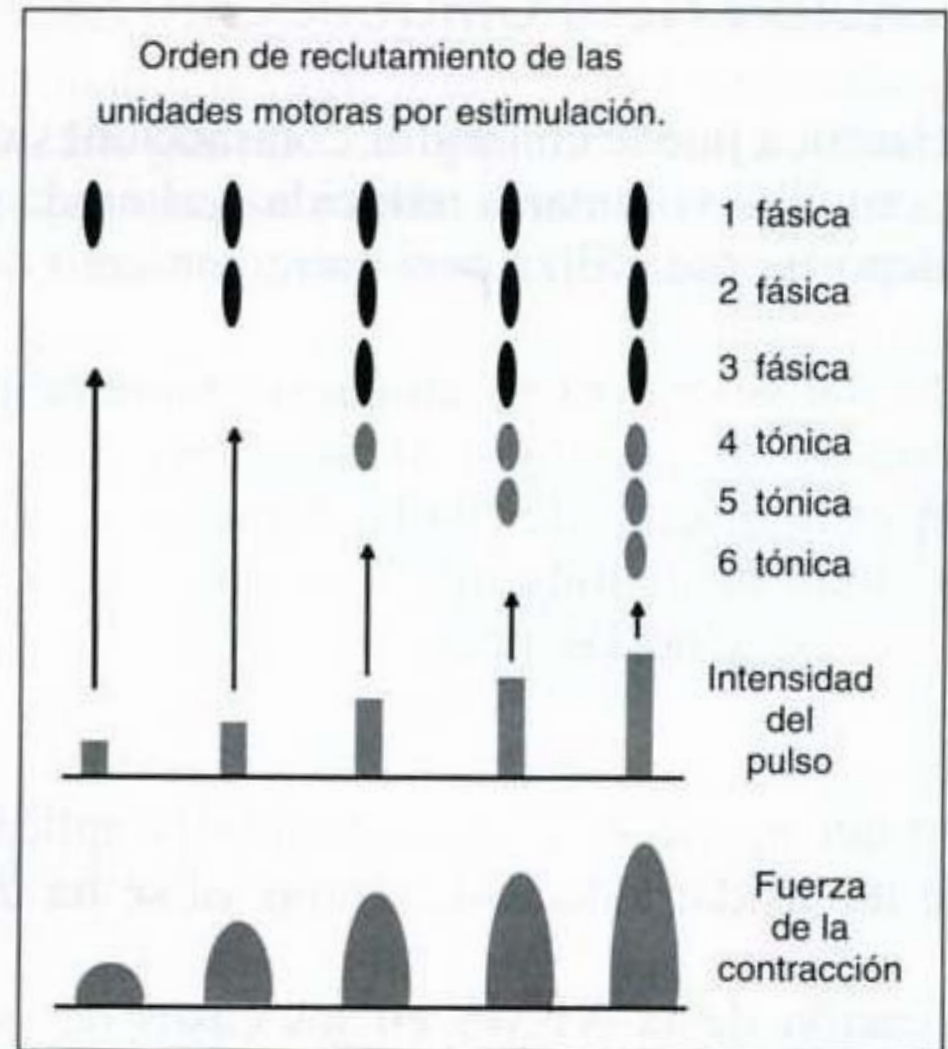
Sumación temporal

Sumación espacial

Se activan primero las unidades motoras tipo I y al aumentar intensidad del esfuerzo se activan las tipo II.

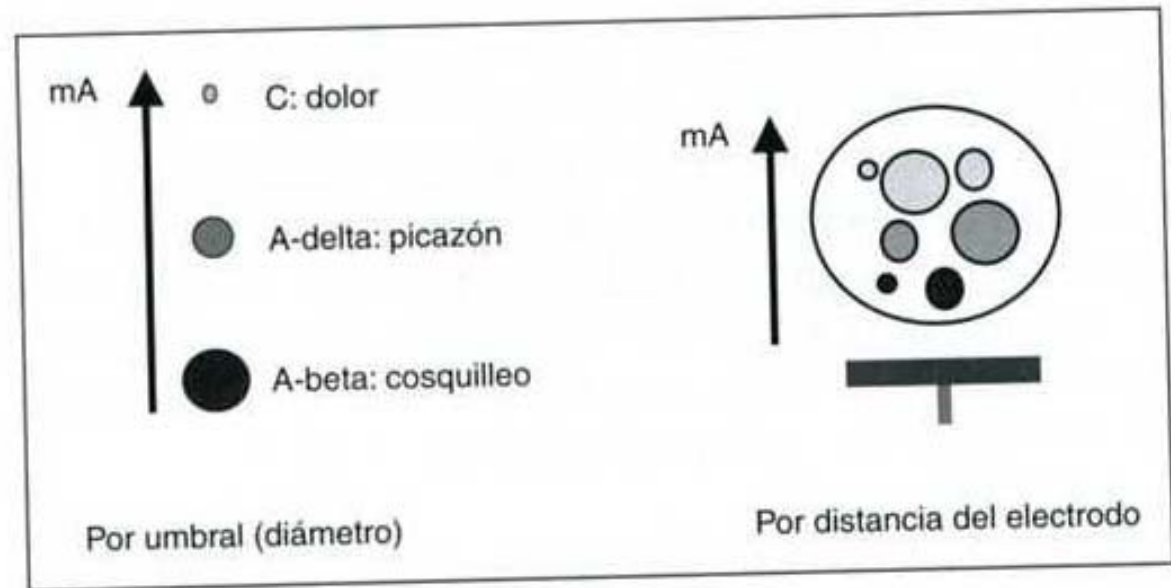
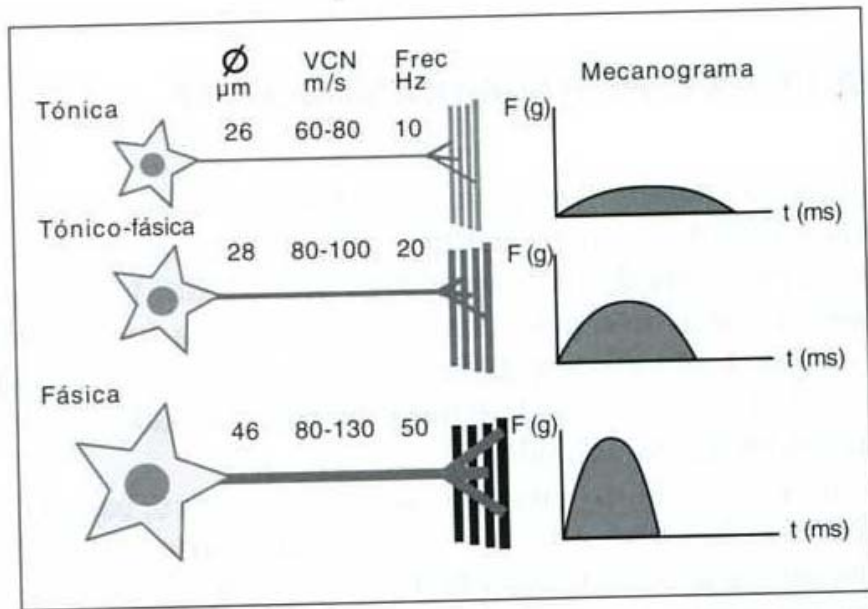
Contracción voluntaria vs electroestimulación

No existe sumación temporal ni espacial.



Se activan primero las unidades motoras tipo II y a intensidades más elevadas las tipo I.

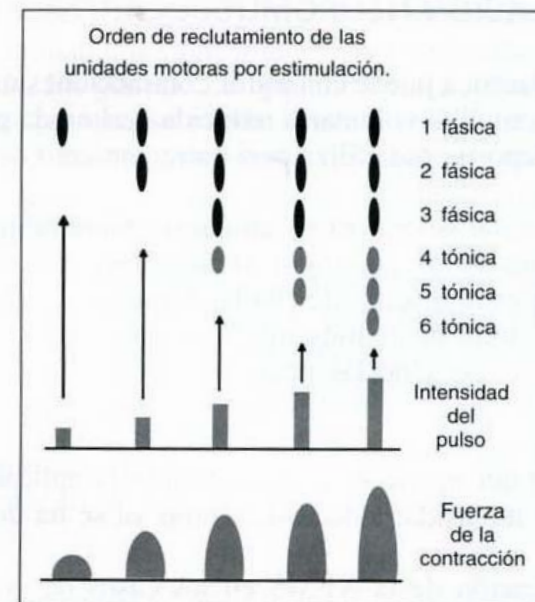
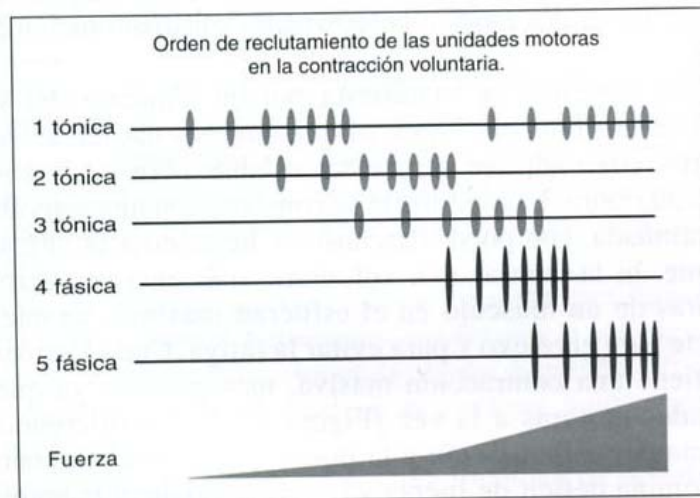
El umbral de excitación de la fibra nerviosa es inversamente proporcional al diámetro.



La capacidad de excitación del impulso eléctrico depende de la distancia al nervio.

Contracción voluntaria vs electroestimulación

La secuencia de activación de los diferentes tipos de unidad motora es inversa a las de la contracción voluntaria.

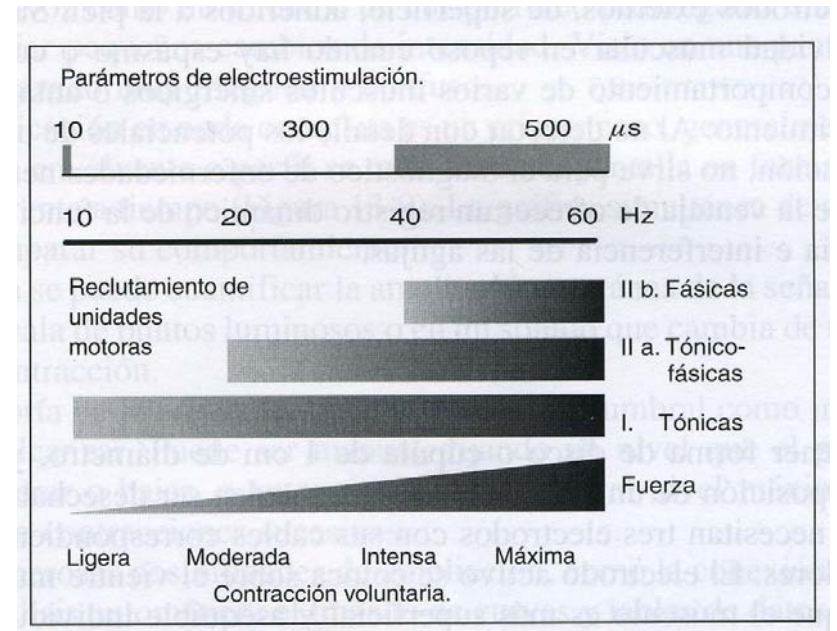


Con electroestimulación no hay sumación espacial ni temporal: un pulso a intensidad elevada genera una contracción única y simultánea de todas las unidades motoras.

Electroestimulación “selectiva”

Existe la posibilidad de estimulación “selectiva” de unidades motoras según la duración del pulso y la frecuencia.

- La estimulación crónica de “baja frecuencia” activa, preferentemente, las *tipo I*.
- La estimulación de “alta frecuencia” activa las unidades *tipo II* (y las *tipo I*).

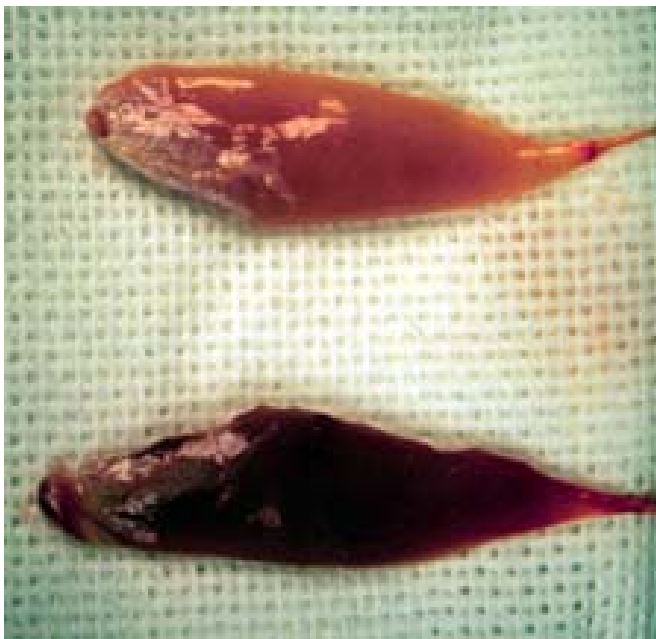


Electroestimulación “selectiva”

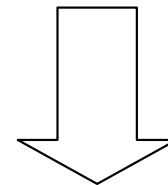
Baja frecuencia (10Hz)

8-24 h/ día

> 8 semanas

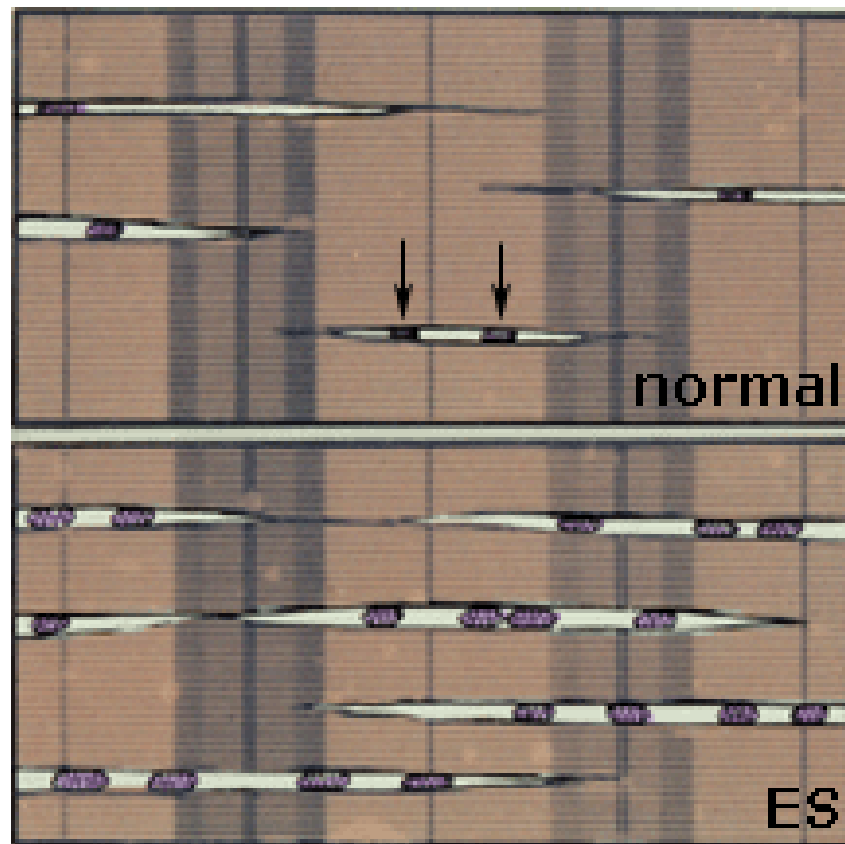


Fibra tipo II

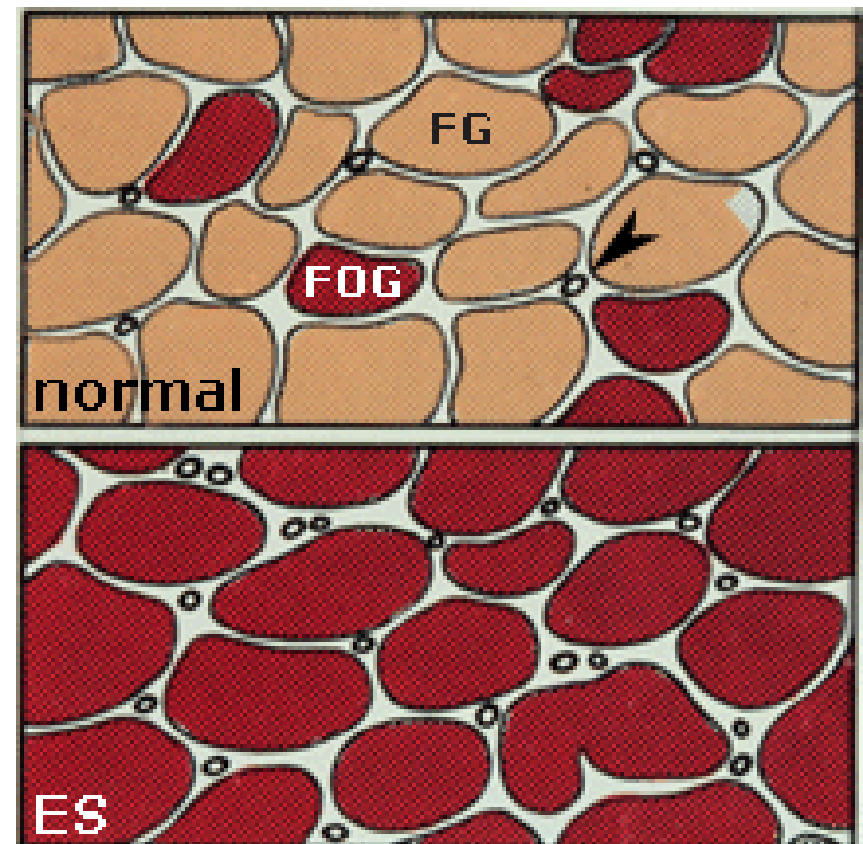


Fibra tipo I

Electroestimulación “selectiva”



Incremento en el tamaño y
número de mitocondrias



Aumento proporción fibras I.
Aumento densidad capilares.

Efectos de la electroestimulación muscular

Aumenta:

- el tamaño de la fibra muscular
- el volumen nuclear
- el contenido nuclear de DNA
- la masa muscular

Indicaciones

- Prevención y mejora de la atrofia muscular.

- Periodos de inmovilización (ventana yeso, férulas...).

- Periodo postraumático o postquirúrgico inmediato.

Indicaciones

- Método potenciación muscular:

Sólo o combinado con programas de ejercicios mejora la fuerza de forma significativa, pero:

- Contracción muscular isométrica y concéntrica.
- Poco transferible a la actividad dinámica.
- No sigue principio especificidad.
- No existe evidencia de ser superior, por si sólo, al ejercicio voluntario máximo.

Potenciación muscular

Calentamiento

QuickTime™ and a
Motion JPEG OpenDML decompressor
are needed to see this picture.

- Pulsos compensados 150-250 μ s
- Frecuencia 20-25 Hz
- Corriente modulada: ondas 6s / parada de 8 s.
- 4-5 minutos (18-20 contracciones suaves)

Potenciación

QuickTime™ and a
Motion JPEG OpenDML decompressor
are needed to see this picture.

- Pulsos compensados 250-300 μ s
- Frecuencia 60-65 Hz
- Corriente modulada: ondas 6s / parada de 8 s.
- <15 minutos (contracciones energicas - fatiga)

Potenciación muscular

Relajación

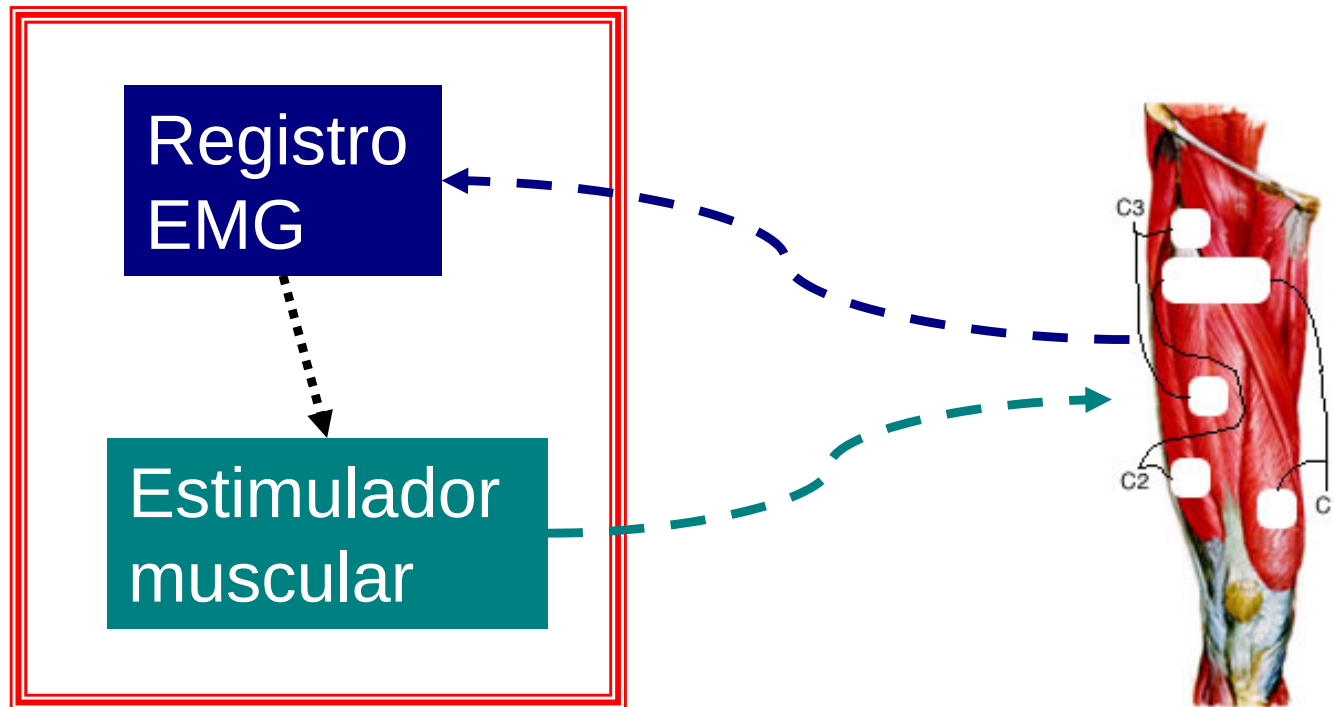
QuickTime™ and a
Motion JPEG OpenDML decompressor
are needed to see this picture.

- Pulsos compensados 150-200 μ s
- Frecuencia 3 Hz
- Corriente sin modular (contracciones independientes)
- 2 minutos

Indicaciones

- Reeducación control neuromuscular:
 - Lesiones nervio periférico
 - Transposiciones músculo-tendinosas.
 - Lesiones SNC: AVC, TCE, PCI
 - etc.

Biofeedback



- **Biofeedback positivo:** Aumentar rendimiento muscular.
- **Biofeedback negativo:** Disminuir actividad muscular patológica (cervicalgia, bruxismo).

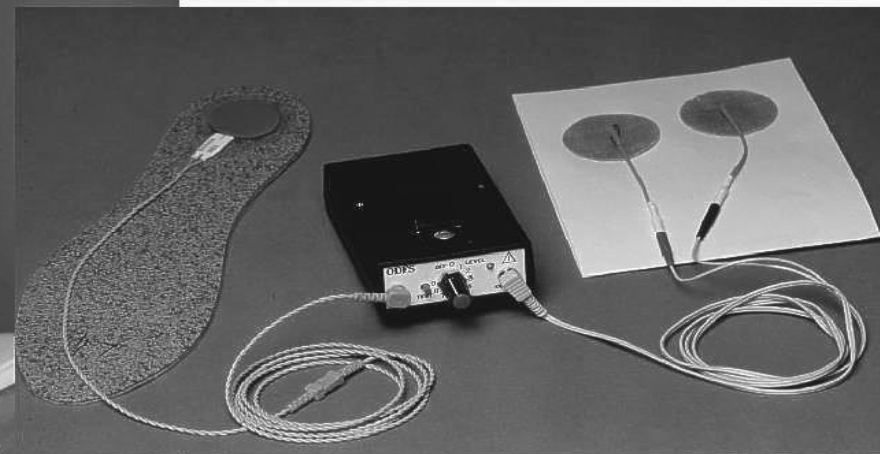
Otras Indicaciones

- Aumento flujo sanguíneo.
- Mejorar circulación de retorno.
- Curación heridas.
- Relajación contractura antialgica.
- Disminución espasticidad.
- Reeducación control motor.
- Incontinencia urinaria.
- Electroestimulación funcional (FES)
- Lesiones nervio periférico (prevenir atrofia y mejorar regeneración nerviosa)

Electroestimulación muscular



- *Electrical stimulation for preventing and treating post-stroke shoulder pain (Cochrane Review)*
- *Electrical stimulation for the treatment of rheumatoid arthritis (Cochrane Review)*
- *Physiotherapist-led programmes and interventions for rehabilitation of anterior cruciate ligament, medial collateral ligament and meniscal injuries of the knee in adults (Cochrane Review)*



GRACIAS