

**TEMA 13: Electroterapia: Concepto de electroterapia.
Corriente continua: galvanización e iontoforesis.
Fundamentos de las corrientes de baja, media y alta
frecuencia. Técnicas electroterápicas con corrientes de
baja, media y alta frecuencia. Tipos.
Sistemas de aplicación. Electroanalgesia. Indicaciones y
contraindicaciones.**





Tema 13

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

Autores

Juan José Amer Cuenca y Pedro Rosado Calatayud

Revisado, actualizado y ampliado por: Jorge Alarcón Jiménez



Índice

1. ELECTROTERAPIA: CONCEPTO DE ELECTROTERAPIA.....	4
2. CORRIENTE CONTINUA: GALVANIZACIÓN E IONTOFORESIS	17
3. IONTOFORESIS.....	21
4. TÉCNICAS ELECTROTERÁPICAS CON CORRIENTES DE BAJA, MEDIA Y ALTA FRECUENCIA	23
5. BIBLIOGRAFÍA	38



1. ELECTROTERAPIA: CONCEPTO DE ELECTROTERAPIA

Se define la **electroterapia** como el estudio de las aplicaciones terapéuticas de la electricidad; en su diccionario de la RAE se define como el tratamiento de determinadas enfermedades mediante la electricidad.

Proviene del griego electro (electricidad) y terapia (cura). Y es la rama de la medicina que utiliza el paso de la corriente eléctrica a través de parte o todo el organismo con fines curativos.

Según el Diccionario de Fisioterapia (Porter, S. 2007) la electroterapia es la “Utilización terapéutica de agentes electrofísicos. En Estados Unidos solamente se refiere al uso de la estimulación eléctrica. En otros países su significado es más amplio y hace referencia a todos los agentes electrofísicos. Las modalidades utilizadas en el tratamiento de las alteraciones musculoesqueléticas incluyen la diatermia de la onda corta, la terapia interferencial, la estimulación eléctrica transcutánea y el láser”.

La electroterapia, es la parte de la fisioterapia que comprende el estudio de la aplicación de la electricidad como agente terapéutico. Este concepto de electroterapia debe admitirse en un sentido amplio ya que en algunos casos, se van a utilizar una serie de técnicas donde la electricidad va a sufrir una previa transformación en otro tipo de energía que es la que vamos a aplicar al paciente: (láser, ultrasonidos, campos magnéticos, etc.).

De esta manera, vamos a considerar a la electroterapia como la aplicación de energía electromagnética al organismo humano, con el objetivo principal de provocar sobre él reacciones biológicas y fisiológicas, dichas reacciones van a traer como consecuencia la recuperación o la mejoría del normal funcionamiento de las células y de los tejidos que éstas componen, cuando estos se encuentran sometidos a enfermedades o alteraciones metabólicas.

El empleo de la corriente eléctrica con fines terapéuticos era ya conocida en la antigüedad, en esta época se conocían y apreciaban la contracción de los músculos que seguían al contacto con aquellos peces que conocemos en la actualidad como capaces de producir descargas eléctricas.

En cuanto a investigadores de la electricidad con fines curativos se pueden destacar:

- Luigi Galvani: En 1876 realiza una serie de investigaciones sobre los efectos de la corriente continua sobre el organismo humano y sobre el miembro en particular. La corriente continua se denomina galvánica en su honor.
- Volta: Contemporáneo de Galvani, creó la pila eléctrica productora de la corriente continua utilizada por Galvani para sus experimentos.
- D'Arsonval: Realizó estudios sobre la excitabilidad y, lo más importante, las interrupciones de la corriente continua en un segundo, creando el sentido de los Hertzios.
- Claude Bernard: Descubridor de las corrientes que llevan su nombre, también denominadas diadinámicas.



- Rupert Traebert: Asimismo descubridor de unas corrientes de claro efecto analgésico.

La corriente eléctrica es el conjunto de fenómenos que ocurre en un conductor cuando entre sus extremos se establece una diferencia de potencial. Lo que ocurre es que al poner en contacto dos cuerpos que poseen diferente proporción de electrones a través de un elemento conductor, existe un flujo o desplazamiento de estos electrones hacia el cuerpo que posee menor cantidad: es decir, desde el polo negativo (donde hay un exceso de electrones) al polo positivo (donde existe un déficit de electrones). Este movimiento de los electrones se transmite como una onda de choque de elevada velocidad.

Se llaman cuerpos conductores aquellos que permiten el paso del flujo de electrones (corriente eléctrica). Mientras que el paso de la corriente no provoca modificaciones en los conductores de primera clase (metales), sí las va a producir en las disoluciones con sustancias químicas, como es el organismo humano (conductores de segunda clase). A los cuerpos conductores de segunda clase se les denomina electrolitos.

Los cuerpos dieléctricos o aislantes son aquellos que no transmiten la corriente eléctrica (goma, cristal, plástico).

Al aplicar una corriente eléctrica al cuerpo humano, que es un buen conductor al ser una gran disolución formada por agua y solutos (complejos proteínicos, ácidos, bases y sobre todo sales), los iones contenidos en las disoluciones se asociarán a los electrones y transmitirán la energía eléctrica. Los iones que forman la disolución y que antes se movían irregularmente, se desplazan ahora, hacia los electrodos de carga contraria. Los tejidos humanos a mayor contenido de agua y solutos, mayor conductividad.

POCO CONDUCTORES	Hueso, grasa, piel callosa y gruesa, el pelo, las uñas
PARCIALMENTE CONDUCTORES	Piel normal, tendones, fascias gruesas, cartílagos
BUENOS CONDUCTORES	Sangre, linfa, líquidos intra y extracelulares, músculos, vísceras, hormonas, nervios, tejido conjuntivo ...

El electrodo o polo negativo de un circuito eléctrico tiene exceso de electrones y es denominado “cátodo”, representándose habitualmente con el color negro. Será hacia el cátodo hacia donde se desplacen los iones con carga positiva (por ello también se les conoce como cationes).

El electrodo o polo positivo tiene una insuficiencia de electrones y se denomina “ánodo”. El ánodo es identificado siempre con el color rojo y es hacia él, hacia donde se desplazan los iones con carga negativa (aniones). Los cationes (defecto de electrones [+]) llegan al cátodo (exceso de electrones) absorbiendo los electrones que les faltan; los aniones (exceso de electrones [-]) llegan al ánodo (falta de electrones) liberando electrones. Este proceso de corriente iónica es conocido como electroforesis y finalmente da como resultado la aparición de átomos eléctricamente neutros. Lógicamente estos cambios químicos en el electrolito (cuerpo humano) son distintos alrededor del cátodo (-) que alrededor del ánodo (+). Los efectos distintos que se

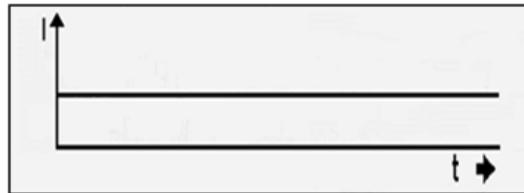


producen, llamados efectos polares, serán especificados más adelante cuando hablemos de galvanización.

Tipos de corriente eléctrica

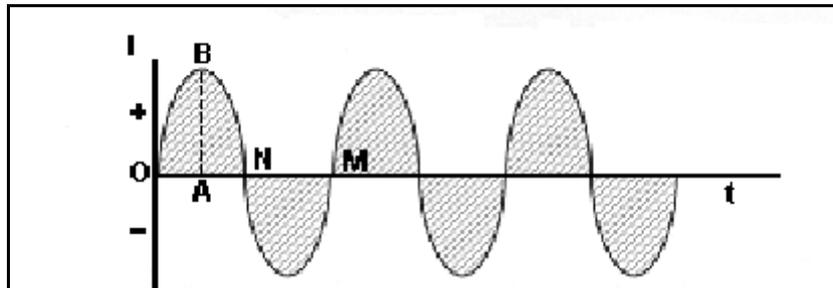
La corriente eléctrica puede ser de dos tipos diferentes: continua y alterna.

- La corriente **continua**, los electrones fluyen siempre en el mismo sentido a lo largo del conductor.



- La corriente **alterna**, la corriente alterna hay un movimiento de electrones en torno a un punto, se suceden los movimientos en un sentido determinado y luego en sentido contrario, lo cual va a producir un movimiento de vaivén.

En la corriente alterna, se pueden representar gráficamente estos vaivenes alternativos de los electrones, expresado en un sistema de ejes coordenados; a nivel de las ordenadas la intensidad del movimiento de los electrones y en



abscisas el tiempo transcurrido; de la siguiente forma:

En esta representación gráfica de la corriente alterna, podemos individualizar una serie de parámetros que nos permitirán conocer exactamente las características físicas de cada corriente.

- **Periodo.** Es el tiempo que tarda en pasar la corriente del punto O al M.
- **Alternancia.** Es el tiempo que tarda en pasar la corriente del punto O al N.
- **Frecuencia.** Es el número de cambios de polaridad en la unidad de tiempo.
- **Longitud de onda.** Es la distancia lineal de O a M.
- **Amplitud.** Es la distancia lineal de A a B.



La frecuencia se mide en ciclos por segundo y la longitud de onda en unidades de longitud (m., dm., cm., etc.). Estos parámetros se relacionan entre sí de la siguiente forma:

Frecuencia y periodo son magnitudes inversas; a mayor frecuencia, mayor número de ciclos u oscilaciones por segundo, de modo que cada oscilación durará menor tiempo $V = 1/\text{Periodo}$.

Unidades y leyes fundamentales de la corriente eléctrica

- **Diferencia de potencial**, tensión o voltaje: diferencia entre el reparto de e- entre dos puntos (voltios).
- **Intensidad**: Cantidad de electricidad que circula en la unidad de tiempo por un punto del circuito, se mide con amperios (A). e-/seg.

$$A \text{ (amperios)} \text{ ----- } mA = 10^{-3} A.$$

- **Frecuencia**: Numero de ciclos u ondas que se producen en el tiempo. Hz/seg.
 - Si la corriente es continua Frec.= 0
- **Resistencia**. Freno que pone la materia al paso de e- (ohmios)

A) composición del tejido:

- $A > \text{líquidos} < R$
- Importante: el omhaje de la piel es distinto en cada individuo. Cuanto + hidratada esté la piel mejor (menos quemaduras).

B) frecuencia de la corriente que aplicamos:

- $A > \text{frecuencia} < r$ que ofrece al paso.
- La corriente galvánica es la que más resistencia encuentra al paso de los tejidos Frec.=0

C) colocación de los electrodos.

- Apoyo uniforme evita el efecto punto.
- Cuanto más presión hay en un punto – resistencia opones ese punto, la corriente tiende a salir por el punto de la presión y puede producir quemaduras.

D) tamaño de los electrodos.

- A menor tamaño, mayor resistencia.
- A mayor tamaño, menor resistencia.
- **La capacitancia**: cargas del mismo signo se repelen y de distinto signo se atraen. \Rightarrow
- **Base de la iontoforesis.**
- **Calor** que produce la corriente eléctrica (ley de joule)

$$C = 0,24 \times R \times I^2 \times t \text{ (aplicación)}$$



- **Longitud de onda:** Distancia entre dos puntos consecutivos de una onda con el mismo estado de vibración.
- **Velocidad de propagación:** Velocidad con que se trasmite el movimiento.
- **Potencia:** La intensidad por la diferencia de potencial (W).
- **Intensidad constante / voltaje constante.**
 - En el campo de la electroterapia en Europa, existen aparatos tanto de voltaje constante (C.V. = Constant Voltage) como de intensidad constante (CC = Constant Current). Ambos tienen características específicas, que vienen dada por la ley de Ohm:

$$R = V/I$$

- **Voltaje constante** (CV, constant voltage): si el voltaje (V) permanece constante, la intensidad (I) de la corriente tiene que ajustarse (incrementarse o disminuir) dependiendo de la resistencia (R) al paso de la misma. Por ello, esta opción será preferentemente empleada en toda aplicación dinámica, tanto diagnóstica como terapéutica, pues permite que no se produzcan picos de intensidad al mover los electrodos y cambiar la zona de incidencia.
- **Intensidad constante** (CC, constant current, o DC, direct current): esta opción se emplea en las aplicaciones estáticas.

Clasificación de las corrientes eléctricas más utilizadas en fisioterapia

La corriente eléctrica aplicada en fisioterapia la podemos clasificar según tres diferentes parámetros:

- a) La forma.
- b) La polaridad.
- c) La frecuencia.

Según su forma:

- Corrientes en estado constante, continua o galvánica: la intensidad o el voltaje no varían durante el tiempo de acción.



- Corrientes en estado variable: la intensidad o el voltaje varía durante el tiempo de acción. Lo que hará que los impulsos adquieran una forma determinada:
 - Impulsos rectangulares.
 - Impulsos farádicos.
 - Impulsos triangulares.
 - Impulsos sinusoidales.
 - Impulsos exponenciales y progresivos.

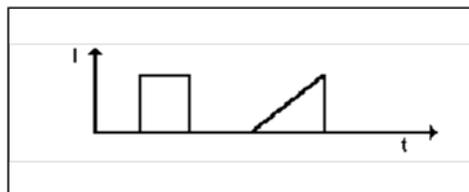


➤ **Rectangulares.**

En estos impulsos la intensidad arranca de cero para crecer bruscamente, con el consecuente cierre del circuito, hasta la intensidad determinada previamente. La intensidad se mantendrá fija el tiempo que hayamos previsto y posteriormente decrecerá bruscamente hasta el valor cero. En este tipo de impulso funciona la ley del todo o nada, al ser la subida muy brusca y coger desprevenido al sistema excitomotor.

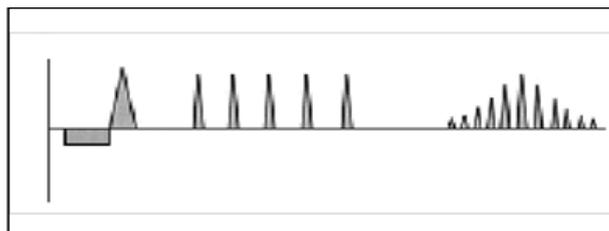
➤ **Triangulares o exponenciales.**

Al contrario de lo que ocurre con los impulsos cuadrangulares, en estos impulsos la intensidad sube de una forma progresiva hasta el máximo fijado por nosotros, posteriormente puede decrecer de forma brusca o progresiva en función de que tenga o no pendiente variable. El músculo reacciona de una forma más suave y progresiva al aporte de la intensidad.



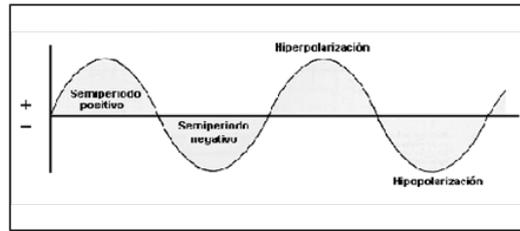
➤ **Farádicos y neofarádicos.**

El impulso farádico original producido por una bobina de inducción con forma de onda doble y puntiaguda, en la actualidad no se utiliza. Actualmente se usa un impulso rectangular o triangular de 1 mseg. de duración y 19 mseg. de pausa y que se conoce como impulso neofarádico. También se utilizan trenes farádicos, con el objetivo de trabajar sobre músculos atrofiados por falta de uso, en dichos trenes se dan tres fases: fase de ascenso, fase de mantenimiento y fase de descenso.



➤ **Sinusoidales.**

En estos impulsos el crecimiento de la corriente se da en forma de doble curva o de senoide, y no como en los anteriores donde el crecimiento de la corriente se daba en forma de una recta. En los impulsos sinusoidales se pueden distinguir diferentes periodos sinusoidales: alternantes, hemisinusoidales y rectificadas en la semionda negativa.



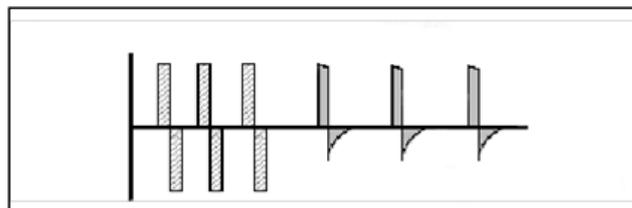
Según la polaridad:

- De polaridad constante, unidireccional o monofásica (producen efectos polares). *Unidireccionales*, de polaridad constante de tipo rectangular o triangular, como los empleados en la corriente de Träbert o en la aplicación de corrientes triangulares para el tratamiento de las parálisis periféricas.
- De polaridad alterna, bidireccional o bifásica (no producen efectos polares). *Bidireccionales*, de polaridad alternante entre la fase positiva y la negativa, los cuales a su vez pueden tener las fases simétricas o asimétricas de una manera compensada o descompensada, estos impulsos se emplean habitualmente en la estimulación eléctrica transcutánea sensitiva (TENS) o en las corrientes de media frecuencia como las corrientes de Kots.

- **Bifásicos.**

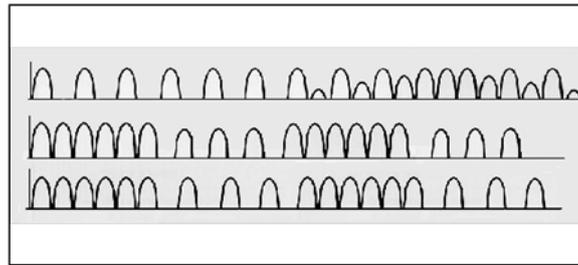
Se denominan de esta forma, cuando la corriente presenta una onda rectangular alterna en ambos polos: positivo y negativo, de este modo se pueden dar dos diferentes impulsos bifásicos simétricos y asimétricos.

- Simétricos, cuando la onda bifásica no prevalece, en ambos polos la onda rectangular alterna (positiva y negativa) es del mismo valor, no existiendo polaridad.
- Asimétricos, cuando la onda bifásica prevalece, existiendo una componente: la positiva o la negativa, que prevalece claramente sobre la opuesta.



- **Corrientes moduladas.**

Normalmente en la aplicación de corrientes en electroterapia, se produce con bastante frecuencia el fenómeno de la acomodación por parte del paciente después de un cierto tiempo de paso de la corriente. Para evitar este fenómeno de acomodación, se utilizan tipos de corrientes que pueden cambiar la frecuencia, intensidad y duración de las fases en el transcurso de la aplicación. Un ejemplo típico de este tipo de corrientes son las corrientes diadinámicas de Bernard.



Según la frecuencia:

- Baja Frecuencia.
- Media Frecuencia.
- Alta Frecuencia.

En la práctica es importante diferenciar baja, de media, de alta porque los efectos, la acción terapéutica y la técnica de aplicación van a ser muy distintas:

- Baja (1-1000Hz) y media (1.000-100.000 Hz) → efecto analgésico y excitomotor.
- Alta (más de 100.000 Hz) → efecto térmico.

De todo esto se deduce una clasificación práctica a tendiendo a si una corriente puede producir efectos polares o no y a la frecuencia que tiene.

Corrientes de baja frecuencia:

En este grupo de corrientes, la frecuencia va a estar comprendida entre 0 Hz y 500 Hz, distinguiéndose los siguientes grupos de corrientes:

- Corrientes continuas.
 - En este grupo se utiliza la corriente continua directa (galvánica) y la corriente continua interrumpida a 8000 Hz con un “duty cycle de un 95%” (duty cycle = relación duración de fase - duración del ciclo en una corriente pulsátil).
 - Utilizaremos a nivel de aplicación; el método interpolar, buscando los efectos que se producirán en el trayecto que une los dos electrodos, o método polar, buscando los efectos que se van a producir debajo de los electrodos, con técnicas como la iontoforesis y la depilación eléctrica

	UNIDIRECCIONALES (o monofásicas) CON EFECTOS POLARES	BIDIRECCIONALES (o bifásicas) SIN EFECTOS POLARES
BAJA FRECUENCIA 1-1.000 Hz	Träbert Corrientes de Waterville Exponenciales Corrientes de Leduc	Farádicas Bidireccionales TENS bifásico



	Diadinámicas Corrientes de Le Go Alto voltaje TENS monofásico	Exponenciales bidireccionales
--	--	-------------------------------

- Corrientes interrumpidas.

Corrientes de media frecuencia.

En este grupo de corrientes, la frecuencia va a estar comprendida entre 1.000 y 10.000 Hz aproximadamente, se distinguen los siguientes grupos de corrientes.

- Corrientes interferenciales moduladas con una frecuencia de onda portadora de 2.000 a 10.000 Hz, con los siguientes métodos de aplicación: corriente interferencial bipolar, corriente interferencial tetrapolar y corriente interferencial tetrapolar con vector.
- Corrientes alternas interrumpidas no modulada, de frecuencia media a 2.500 Hz, denominada estimulación rusa o corriente de Kots.

Corrientes de alta frecuencia.

A las corrientes comprendidas entre 100.000 Hz y 3.000 MHz, se les denomina corrientes de alta frecuencia. En la terapéutica por medio de corrientes de alta frecuencia se van a utilizar las siguientes corrientes:

- Diatermia
- Onda corta
- Microondas
- D'Arsonval

1.4. Acoplamiento entre el aparato de electroterapia y el paciente

El acoplamiento entre el equipo de electroterapia y el paciente, va a venir determinado principalmente por la resistencia de la piel del paciente, el objetivo a conseguir y la densidad de corriente suministrada, es decir, la intensidad de corriente por unidad de superficie.

La capa superficial de la piel, la epidermis, va a ser el factor esencial de la resistencia de la piel, esto se debe a que dicha capa tiene como característica más importante su sequedad. La resistencia de la piel en esta capa, puede variar considerablemente ante la acción de multitud de influencias diversas, tales como, la edad del paciente, la parte corporal donde se realiza el tratamiento, humedad de la superficie corporal, vascularización mayor o menor de dicha zona, etc.

Cuando se usan corrientes alternas o continuas interrumpidas, la resistencia del tejido disminuye al aumentar la frecuencia.

La mayor o menor densidad o intensidad de la corriente, de los procesos electrolíticos y térmicos que se pueden dar debajo de los electrodos, van a venir determinados principalmente por la intensidad de la corriente.



Analizando la bibliografía existente sobre la densidad de corriente máxima admisible, nos encontramos que los estudios recomiendan de 0,05 a 0,25 mA/cm². La gran variación en los valores de densidad máxima de corriente admisible, quizás se deba a las diferencias de la textura de la piel.

El criterio determinante de la dosis va a ser la sensibilidad del paciente, siendo necesario informar previamente al paciente de las sensaciones que va a sentir. Esto implica que el fisioterapeuta debe probar en si mismo, las diferentes corrientes, frecuencias e intensidades, para informar con un buen grado de fiabilidad.

Podemos distinguir cuatro grados de dosificación, basados en la sensibilidad subjetiva del paciente:

- Sensibilidad subliminal.= no perceptible.
- Sensibilidad liminal. = percepción media.
- Sensibilidad supraliminal = fuerte percepción.
- Sensibilidad de nivel de tolerancia = justamente soportable.

En a los electrodos, en electroterapia suelen usarse electrodos de diferentes formas y tamaños en función del tipo de corriente utilizada, el método de aplicación y la zona corporal a tratar, también puede cambiar el mecanismo mediante el cual se adaptan a la superficie cutánea:

- Tipos de electrodos:
 - Electrodos de vacío, de succión o de ventosa.
 - Electrodos adhesivos.
 - Electrodos flexibles de caucho.
 - Electrodos de disco.
 - Electrodos de guantes o de manopla.
 - Electrodos de lápiz.
 - Electrodos de almohadilla de cuatro polos.

En cuanto al tamaño de los electrodos, si se utilizan electrodos de dimensiones distintas en una aplicación bipolar, el más pequeño se rá el que concentre los efectos de la corriente, por lo que recibe el nombre de activo, el mayor, recibe el nombre de electro masa o pasivo.

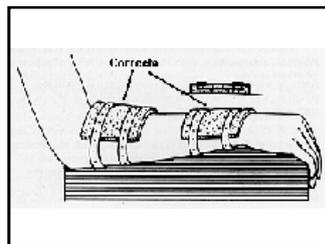
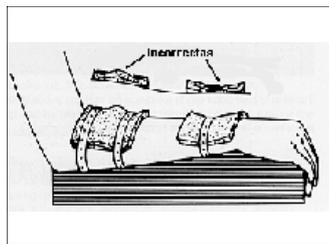
Para realizar el cálculo de la máxima intensidad admisible, en función de las dimensiones de los electrodos, para corrientes galvánicas y corrientes pulsantes de baja frecuencia, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$I_{\max} = \text{Superficie (cm}^2\text{)} \times 0,2 \text{ mA/cm}^2$$

En cuanto a la duración y frecuencia del tratamiento, se aceptan los tratamientos de corta duración para los trastornos agudos y los más prolongados para las afecciones crónicas.

ESTADO DE LA AFECCIÓN	AGUDA	CRÓNICA
Intensidad de la corriente	Grado de Sensibilidad: de subliminal a liminal	Grado de Sensibilidad: de supraliminal a nivel de tolerancia
Duración del tratamiento	5 - 8 - 10 minutos	12 - 15 - 20 minutos
Periodicidad del tratamiento	de 2 sesiones al día a 1 sesión diaria	de 1 sesión diaria (lunes a viernes) a sesiones cada 2 días
Número de sesiones	mínimo de 6 máximo de 10	mínimo de 12 máximo de 20

- Preparación del paciente y aplicación de los electrodos:
 - Es necesario limpiar la piel, pero no con alcohol.
 - Aplicar vaselina en zonas que se desee proteger más al paso de la corriente.
 - Los spontex deben estar humedecidos, pero sin gotear.
 - Se colocarán acorde con el objetivo buscado.
 - Apoyo uniforme e intermedio.



Efectos de la corriente eléctrica sobre el organismo.

La aplicación de una corriente eléctrica sobre el organismo produce dos clases de efectos: primarios o físico-químicos y secundarios o fisiológicos.

- Primarios o físico-químicos: son el térmico y el químico: el efecto térmico se produce especialmente en las corrientes de alta frecuencia y está en relación (ley



de Joule) a la resistencia que los tejidos ofrecen al paso de las corrientes. El efecto químico es el producido por la corriente iónica, la alteración la permeabilidad de las membranas celulares, la composición química de la estructura de los tejidos.

- Los efectos secundarios (fisiológicos) derivados del efecto primario que se produzca en cada tipo de corriente, actuando sobre el sistema vasomotor, neuromuscular, metabolismo, etc.

➤ *Indicaciones:*

Es muy difícil determinar las indicaciones generales de la electroterapia; dado que existen multitud de aplicaciones diferentes: corriente galvánica, ininterrumpidas, ultrasonidos, infrarrojos, etc., cada una de ellas tienen sus propias indicaciones y contraindicaciones.

Como norma general encontraremos dos grandes tipos de efectos: vasomotor, excitomotor y efecto analgésico.

➤ *Contraindicaciones:*

Respecto a las contraindicaciones, son aún más específicas de la técnica de tratamiento que estemos utilizando. Como norma general se pueden diferenciar en:

- *Contraindicaciones generales de la electroterapia:*
 - NEOPLASIAS O TUMORES.
 - Glándulas y mucosas.
 - Fobia del paciente.
- *Contraindicaciones relativas de la electroterapia:*
 - Marcapasos o dispositivos electrónicos implantados.
 - Osteosíntesis y endoprótesis metálicas.
 - Anestesia o hipoestesia de la piel de la zona a tratar.
 - Pielles atróficas.
 - Útero gestante.
 - Trombosis y tromboflebitis.
 - Infecciones locales y generales. Tuberculosis pulmonar.
 - Ulceraciones o injerto cutáneo en la zona del electrodo.
 - Aplicaciones en zona precordial.
 - Aplicaciones en el seno carotídeo.
 - Aplicaciones en la región temporal.

1.6. Normas de seguridad en el manejo de aparatos de electroterapia

El uso de equipos de electroterapia va a requerir de una serie de condiciones mínimas de seguridad, con el objetivo de evitar efectos indeseables sobre los fisioterapeutas que trabajen con aparatos de electroterapia y sobre los pacientes.

Entre las principales normas que deben adoptarse a la hora de manipular aparatos se pueden destacar.



- Antes de conectar cualquier equipo a la red, será necesario bajar todos los mandos y controles a cero, especialmente el interruptor de encendido-apagado.
- Se debe comprobar el perfecto contacto de los electrodos a la zona a tratar, y la ausencia de derivaciones metálicas de cualquier tipo.
- Verificar que todos los aparatos diseñados con toma de tierra la tengan, y que esta funcione correctamente.
- Al comenzar la aplicación de electroterapia, se debe subir poco a poco los valores de la intensidad; lo mismo deberemos hacer al terminar la sesión, nunca se debe proceder bruscamente.
- Los equipos de electroterapia conviene que sean revisados por lo menos una vez al año, por el correspondiente servicio técnico o antes ante cualquier síntoma de mal funcionamiento de cualquier parámetro.
- Se deben observar escrupulosamente las indicaciones del fabricante con respecto a las normas de seguridad en el manejo e instalación de los equipos.
- El fisioterapeuta debe preguntar al paciente por las sensaciones que va percibiendo.
- El paciente debe recibir información precisa acerca del tratamiento que va a recibir.
- Anotar todas las referencias o incidencias al final de cada tratamiento.

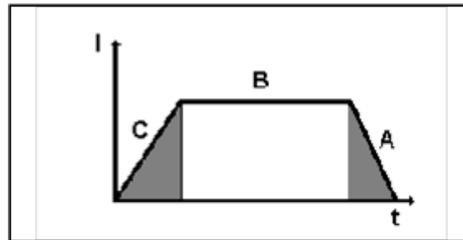
2. CORRIENTE CONTINUA: GALVANIZACIÓN E IONTOFORESIS

Por corriente galvánica o corriente continua, entendemos una corriente cuya intensidad permanece siempre constante; el flujo de las cargas se realizará, por tanto, siempre en el mismo sentido: del ánodo (+) al cátodo (-) para las cargas positivas, o del cátodo (-) al ánodo (+) para las cargas negativas, siempre con el mismo valor.



Las características físicas que definen a una corriente galvánica son: su baja tensión (de 60 a 80 voltios) y su intensidad que puede alcanzar como máximo, los 200 mA.

En esta corriente galvánica consideramos tres fases:



1. Período de cierre [C] o de establecimiento de la corriente, va a ser el tiempo que transcurre desde que se cierra el circuito hasta que se establece la corriente con la intensidad previamente determinada.
2. Período de estado [B] o periodo útil, que abarca el tiempo de aplicación terapéutica, siendo el tiempo durante el cual está pasando la corriente eléctrica con la intensidad prefijada.
3. Período de apertura [A], que corresponde al fin de la aplicación terapéutica, siendo el tiempo en el que se produce la apertura del circuito y el cese, por tanto, del paso de la corriente eléctrica continua.

Efectos fisiológicos:

Efectos de la corriente galvánica: hay que diferenciar los efectos producidos debajo de los electrodos (efectos polares producidos por la electroforesis y el acumulo iónico) de los que se producen en el segmento orgánico situado entre ellos (efectos interpolares).

Efectos interpolares:

- Efectos vasomotores.
Observable sobre la piel que ha estado en contacto con los electrodos. Esta acción consta de tres fases:
 1. En la primera fase. Se produce una vasoconstricción inicial de corta duración, seguido de una vasodilatación importante y duradera, acompañada de un “eritema galvánico”. Esto provoca un enrojecimiento activo de la piel que puede permanecer algunas horas. La circulación sanguínea puede aumentar el 500% en la red vascular cutánea y un 300% en la musculatura. Algunos pacientes perciben sensación de calor.
 2. En la segunda fase. Este eritema galvánico disminuye ostensiblemente o casi desaparece por completo.
 3. En la tercera fase. Las venas capilares presentan una gran sensibilidad durante varios días, bajo el efecto de una estimulación mecánica o térmica de las superficies cutáneas donde los electrodos estuvieron colocados, aparecerá de nuevo una hiperemia con un color rosado.
- Mejoría metabolismo local.
- Acción sobre el Sistema Nervioso Central: con el paso de corriente al colocar el cátodo en posición superior (cátodo proximal, ánodo distal) se provoca un



aumento de la excitación y un efecto tónico. Al contrario, el paso en sentido ánodo proximal, cátodo distal, provoca un efecto hipotónico y sedante, con disminución o desaparición de los reflejos.

- A nivel del SNP de los nerviós sensitives y de los nerviós motores tiene una acción analgèsica.

Efectos polares:

Son distintos a nivel del polo positivo que a nivel del polo negativo.

EFFECTOS EN EL POLO NEGATIVO (CÁTODO)	EFFECTOS EN EL POLO POSITIVO (ÁNODO)
Cataforesis	Anaforesis
Rechazo iones negativos	Rechazo iones positivos
Liberación hidrogeno	Liberación oxígeno
Alcalinización (sube pH piel)	Acidificación (baja pH piel)
Aumento de agua. Licuefacción. Inflamaciones crónicas. Indicado en –OSIS.	Efecto electrosmótico. Disminución del agua. Coagulación. Inflamaciones agudas. <u>Indicado en – ITIS.</u>
Aumento permeabilidad piel	Disminución del edema
Vasodilatación	Vasoconstricción
Estimulación tisular	Sedación
Excitación estructuras contráctiles	Sedación estructuras contráctiles
Despolarización de membranas	Hiperpolarización membranas
Disminución de la cronaxia	Disminución de la sudoración
QUEMADURA ALCALINA (Escala húmeda)	QUEMADURA ÁCIDA (Escala seca)
Osteolisis.	Osteogénesis. Favorece la formación de hueso.

Dosis para la aplicación de corriente galvánica: está sujeta a mucha variabilidad por parte de los autores:



AUTOR	DOSIS
Jané	0'3 mA/cm ²
Benlloch, Caballé, Zaragoza	0'1-0'2 mA/cm ² (electrodos pequeños) 0'05 mA/cm ² (electrodos grandes)
Martínez	1-5 mA/cm ² (electrodos pequeños) 1-12 mA/cm ² (electrodos grandes)
Chaintraine et al, Delegay y Plaja	0'05 mA/cm ² (umbral quemadura: 0'1 mA/cm ²)
Rodríguez	0'15 mA/cm ²
Xhardez	0'01-005 mA/cm ²

Posibilidades de la corriente galvánica en fisioterapia:

- Galvanopalpación:

Detección de hipersensibilidad de los nervios sensitivos y vasomotores cutáneos al paso de la corriente galvánica, en zonas con una correspondencia metamérica con una víscera patológica. También se ha utilizado para puntos gatillos y zonas reflejas del tejido conjuntivo. Aplicación monopolar: [+] electrodo pequeño (activo) puntiforme, [-] de mayor tamaño (indiferente) alejado. Se ajusta la dosis (supraliminar: por encima del umbral de sensación) en una zona de piel normal y después se va desplazando buscando los puntos con posible referencia patológica visceral. La respuesta positiva consiste en la aparición de eritema anormal o sensibilidad dolorosa.

- Baño galvánico

Se realiza en maniluvios, pediluvios o bañeras galvánicas. Es importante que los electrodos (de acero inoxidable) no contacten directamente con el paciente (colocaremos sobre el electrodo una lámina de madera perforada) Para conseguir una mayor acción sedante y relajante el agua estará a 34°-37°. Dos posibilidades:

- Si se disuelve sal → la c.e. no superará la impedancia de la piel y circulará por el exterior → electrophoresis.
- Si no se disuelve sal → la corriente busca las zonas de menor impedancia (disoluciones del interior del cuerpo) → efectos polares e interpolares.

La sensación para el paciente debe ser de hormigueo (supraliminal) o de calor agradable. La aplicación dura entre 10 y 15 minutos.

- Quemadura electrolítica

Producir controladamente quemaduras químicas forzando la electrolisis: verrugas, folículos pilosos, granos,...etc. Aplicación monopolar con electrodo metálico (aguja): cátodo activo.



- Microgalvanismo

Combinación de una envoltura húmeda con la aplicación de galvanismo a dosis bajas, Ej. Edema: [-] en la zona rechazará a los catabolitos, [+] proximal acción sedante.

- Hiperhidrosis

Se aplica con dos cubetas con agua “del grifo” en la que introducimos manos o pies. Los tratamientos son de 15'-20', diarios al principio y alternos después, durante temporadas de 2-3 meses. Necesario dosis de recuerdo. Resultados influidos por la adherencia del paciente al tratamiento.

Indicaciones terapéuticas:

Van a venir condicionadas por sus efectos fisiológicos a nivel de su acción hiperemizante y trófica, acción antiespasmódica y su acción analgésica. Su uso va a estar indicado en las siguientes afecciones:

- **Afecciones del sistema nervioso y muscular:** neuritis, neuralgias, polineuritis, mialgias, miositis, tenosinovitis, lumbago, ciática, contracturas, etc.
- **Afecciones del sistema circulatorio:** claudicación intermitente, enfermedades angioespásticas, reabsorción de edemas, etc.
- **Afecciones articulares:** Artritis y artrosis a nivel de columna y articulaciones periféricas, enfermedades reumáticas degenerativas.

Contraindicaciones:

La complicación más habitual en la aplicación de corriente galvánica es la quemadura eléctrica sobre la piel, aunque lógicamente nos haría pensar como causa de la misma el exceso de intensidad aplicada durante la galvanización, en muchas ocasiones las causas de la aparición de quemaduras puede estar relacionada con otros parámetros tales como:

- Mal contacto de los electrodos sobre la piel, que va a provocar altas concentraciones de la corriente sobre un punto de la piel.
- Aplicación sobre verrugas, granos, pieles con heridas y erosiones sin previa protección de vaselina o pomada bórica.
- Aplicación sobre pieles con mal trofismo en personas con edad avanzada o en zonas corporales con inmovilizaciones prolongadas por yesos.
- Aplicación sobre zonas de parestesia, bien provocadas por alteraciones sensitivas o por toma de medicamentos que puedan modificar la sensibilidad de la piel.
- Aplicaciones de galvanización longitudinal en extremidades que presenten isquemia o exista una mala vascularización.



3. IONTOFORESIS

Uso de la corriente galvánica para introducir a través de la piel medicamentos -iones terapéuticos- Alternativa no invasiva a los inyectables que evita la sobrecarga del tubo digestivo.

El elemento iónico activo del medicamento debe ser colocado bajo el electrodo de su misma carga. (-/-) (+/+)

- *Iontoforesis anódica*: cuando el medicamento es [+]. Al ánodo se le llamará *electrodo activo* y el cátodo simplemente cerrará el circuito.
- *Iontoforesis catódica*: cuando el medicamento es [-]. El cátodo será el *electrodo activo* y el ánodo cerrará el circuito.

Los iones atraviesan la piel penetrando a través de los orificios de las glándulas sudoríparas y sebáceas (sobre todo por las primeras). Después de penetrar algunos iones no se difunden (iones no difusibles) como algunos anestésicos. Otros llegan al torrente sanguíneo difundiendo por todo el organismo (difusibles).

La cantidad de iones (N) que penetra en los tejidos es directamente proporcional a la densidad de la corriente (D) – mA/cm² – y al tiempo que actúa la corriente. La relación se establece así: $N = (D \times t)^{1/3}$

Ej.: Una aplicación de 10mA durante 1 minuto transferirá la misma cantidad de iones que 1mA durante 10 minutos.

Técnica de aplicación:

- Dosis: 0’5 – 1 mA/cm² .
- Electrodo activo sobre el área a tratar, el que cierra el circuito alejado a una distancia mayor que el diámetro del electrodo.
- Hayes 2000: ¡cátodo > tamaño que el ánodo siempre! (independientemente de cual introduzca la sustancia) → es en el cátodo donde los efectos polares (cáusticos) son más peligrosos.

Efectos terapéuticos:

Los del medicamento introducido. Las principales indicaciones que aparecen en la literatura al respecto son en hiperhidrosis, síndrome de Peyronie y ATM. Previamente a la aplicación deberemos conocer la polaridad del elemento activo del medicamento, para poder escoger cuál de los dos electrodos vamos a utilizar para introducir el medicamento.

IONES / POLARIDAD	EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y TERAPÉUTICOS
Acetato [-]	Disuelve depósitos de calcio en tendones y músculos
Dexametasona [-] Glucocorticoides [-] Hidrocortisona [+]	Reduce la inflamación inhibiendo la biosíntesis de prostaglandinas y otras sustancias pro inflamatorias



Salicilato [+] (Indometacina [-]) (Ketoprofeno [-])	Antiinflamatorio y analgésico local
Yodo [-] (Nitrato de plata [+])	Relaja y distiende el tejido conectivo por su efecto esclerótico además de efecto antimicrobiano
Calcio [+]	Restablece el potencial de membrana celular
Gentamicina [+]	Efecto antibiótico
Hialuronidasa[+] (Heparina [-])	Disminuye el edema al evitar el encapsulamiento del tejido conectivo hidrolizando el ácido hialurónico
Lidocaina [+] Coactín [-]	Analgésico local por bloqueo de la transmisión nerviosa
Litio [+]	Disuelve los depósitos de urea en tejidos blandos
Magnesio [+] Acido hialuronico [-])	Relajación musculatura estriada por disminución de la excitabilidad de placa muscular
Zinc [+] (Cloruro sódico [-])	Antiséptico y facilitador de la cicatrización

La concentración de medicamento en disolución no es necesario que sea superior al 1-2%.

Técnica de aplicación en iontoforesis:

- El primer día sobre 5' → valorar tolerancia.
- Tiempo referencia: 15'. La máxima entrada de medicamentos produce hasta los 10'.
- Si la sensibilidad de la piel lo permite las sesiones pueden ser diarias.
- Si el medicamento es una disolución:
 - Se impregna en una gasa que estará en contacto con la piel del paciente.
 - Sobre ella se coloca el electrodo activo cubierto con una esponja húmeda.
 - También se puede empapar directamente la esponja en el medicamento.
- Si el medicamento es un gel:
 - Se coloca sobre la piel.
 - Se cubre con una gasa húmeda y/o el electrodo activo cubierto con una esponja húmeda.

El peligro más habitual de la corriente galvánica también presente obviamente en la aplicación de iontoforesis es la quemadura cutánea que ocurre debido a causas como:

- Efecto de concentración de la corriente en un punto.
- Sobre pieles con heridas o erosiones.
- Sobre pieles atroficas (envejecimiento, inmovilización con yesos...).
- Extremidades mal vascularizadas por isquemia, etc.
- Sobre zonas de anestesia cutánea (no hay sensación de dolor).

Estas quemaduras son poco importantes en extensión, aunque profundas, y curan bien siempre que se le preste el tratamiento adecuado mediante curas de enfermería.



Contraindicaciones.

- Zonas tumorales. Por la posible diseminación del tumor.
- Zonas de hemorragia reciente; por el riesgo de aumentar la hemorragia.
- En mucosas.
- Sobre abdomen en mujeres embarazadas.
- Zonas isquémicas o anestesiadas.

Para minimizar riesgos al aplicar corriente galvánica:

- Inspección de la piel en busca de soluciones de continuidad (heridas, rasguños,...)
- Educación → “nada o supraliminal” es lo que debe sentir el paciente, si la sensación varía debe avisarnos.
- Dosis: no superar 0’5-1 mA/cm². Recomendable 0,1-0,2 mA/cm².
- Uso de electrodos específicos con disolución tampón para mantener estable el pH.
- La distancia entre electrodos debe ser al menos la del diámetro del mayor de ellos.
- Si no hay contacto uniforme de los electrodos con la piel → mayor densidad de corriente → quemadura térmica.
- Limpiar siempre previamente la piel.
- No sobre áreas rasuradas hasta pasadas 24h.
- Si hay exceso de vello → cortar, no rasurar.
- Nunca aplicar presión sobre los electrodos:
 - Puede producir isquemia (imposibilitará la absorción del medicamento).
 - Bajará la impedancia y subirá la densidad de corriente eléctrica. → mayor riesgo de quemadura térmica.

4. TÉCNICAS ELECTROTÉRICAS CON CORRIENTES DE BAJA, MEDIA Y ALTA FRECUENCIA

Como ya se ha indicado en anteriores apartados, la clasificación de las corrientes, la vamos hacer en función de tres conceptos:

- Por su forma.
- Por su polaridad.
- Por su frecuencia.

Para su estudio lo dividimos en tres grandes bloques.

- Corrientes variables:
 - Corrientes interrumpidas.



- Corrientes ininterrumpidas.
- Corrientes combinadas.
- Corrientes de alta frecuencia:
 - Diatermia.
 - Onda Corta.
 - Microondas.

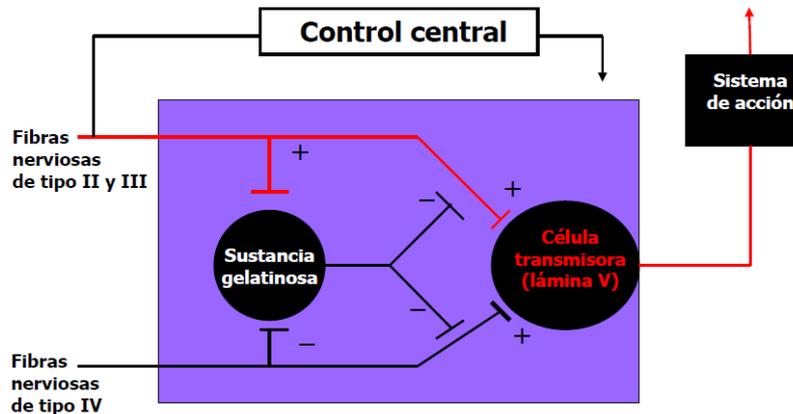
Asimismo, la acción terapéutica y la técnica de aplicación van a ser muy distintas según la frecuencia de la corriente aplicada:

- Baja (1-1000Hz) y media (1000Hz-10000Hz) → efecto analgésico y excitomotor.
- Alta (> 100000Hz) → efecto térmico.

Efecto analgésico (electroanalgesia):

Las corrientes de baja y media frecuencia pueden conseguir que el dolor desaparezca o disminuya mediante tres mecanismos:

1. Bloqueo de fibras aferentes o inhibición sensitiva periférica: mediante un flujo importante de electrones se consiguen mantener despolarizadas las terminaciones nerviosas libres, responsables de las aferencias nociceptivas. Al quedar bloqueadas desaparece la sensación de dolor (Torebjörk HE, Hallin RG. 1974).
2. Gate Control (Teoría de la puerta). El dolor es conducido por las fibras de pequeño calibre A-delta y C desde la periferia hasta la médula espinal. Las fibras A-delta son las responsables de la percepción del dolor agudo, inmediato. Las fibras C son las encargadas de percepción del dolor más sordo y lento que acompañan al dolor agudo. Cuando hay un estímulo doloroso, unas vesículas situadas en las fibras C liberan la sustancia P, en la hendidura sináptica. Esta se fija a los receptores de la membrana postsináptica y transmite un impulso que se percibe como dolor. Los estímulos sobre las fibras de gran diámetro excitan a unas interneuronas moduladoras que inhiben la transmisión de la señal del dolor, mientras que las de pequeño diámetro inhiben a esas interneuronas moduladoras aumentando el dolor. El incremento de los estímulos aferentes sensitivos de las fibras A-beta (tacto) tenderían a cerrar la compuerta del dolor, mientras que el aumento de la actividad de las fibras A-delta y C la abrirían. (Melzack R, Wall PD. 1965).



3. Génesis de endorfinas: Liberación de opiáceos endógenos (endorfinas) en el tronco encefálico y la médula que actúan sobre las terminales de las fibras C impidiendo la expulsión de la sustancia P y de esta forma bloqueando la transmisión del dolor. (Sjölund B, Eriksson MBE. 1979).



Que la analgesia producida por una corriente eléctrica de baja y media frecuencia sea por un mecanismo u otro vendrá determinado por la forma, frecuencia y duración de los estímulos, y de la intensidad de la aplicación. Los tres mecanismos no son excluyentes y muchas de las aplicaciones combinarán dos mecanismos.

Efecto excitomotor:

Aplicación de estímulos eléctricos a células y tejidos nerviosos con la finalidad de conseguir respuestas musculares (contracciones). Con ello pretendemos suplir, complementar o normalizar las reacciones fisiológicas del sistema neuromuscular. Gracias a la electroestimulación se provocan potenciales de acción en el nervio y en el músculo indistinguibles de los generados por la acción del sistema nervioso. El efecto visible es la contracción muscular. El músculo inervado responde con una contracción al estímulo eléctrico que llega a su placa motora a través del nervio periférico correspondiente. Se pueden diseñar aplicaciones preventivas o terapéuticas, e incluso para mejorar el rendimiento.

Efecto térmico:

Producido por la aplicación de corrientes de alta frecuencia. Al aplicar alta frecuencia ésta se transforma en otras formas de energía: tal como fuerza magnética y fuerza electromotriz, que actuarán sobre los iones o moléculas de las disoluciones y dispersiones coloidales contenidas en el organismo vivo. El producto de ese aumento en



la agitación y movilidad de los iones será el calor. El calor provoca una serie de efectos fisiológicos:

- Vasodilatación.
- Relajación.
- Analgesia.
- Renovación del líquido intersticial.
- Licuación del líquido intersticial.
- Alcalinización del ambiente biológico de la zona.
- Mejora en el nivel de polarización celular.
- Diapédesis de elementos de defensa.
- Licuación de geloides y edemas densos.
- Eliminación de residuos metabólicos.
- Eliminación de edemas.

Pasamos a continuación a repasar los aspectos más destacados de las corrientes más importantes de baja, media y alta frecuencia.

5. Corrientes de baja frecuencia

Corrientes exponenciales analgésicas

Tienen una pendiente de establecimiento de forma curva, que en un tiempo determinado (2 mseg.) alcanza el 63% de su máxima intensidad. La naturaleza de este tipo de impulsos estimula de forma específica la fibra lisa que rodea a los vasos sanguíneos. Por eso se utiliza en el tratamiento de enfermedad.

- EXPONENCIALES 10-30 (10ms de impulso, 30ms de pausa)
 - ESTIMULA: Fibra lisa muscular. de los vasos
 - CAMPO DE ACCIÓN: Terminaciones nerviosas terminales del S. Neurovegetativo → control circulatorio
 - SENSACIÓN: Vibración muy fina
 - INDICACIONES: Trastornos circulatorios derivados de fallos en el S.N. Neurovegetativo (Ej. enfermedad de Raynaud)
- EXPONENCIALES 30-50
 - ESTIMULA: las fibras lisas como la musculatura estriada.
 - CAMPO DE ACCIÓN: trastornos circulatorios sobre todo de origen arterial.
 - SENSACIÓN: contracciones musculares muy evidentes.
 - INDICACIONES: Trastornos circulatorios arteriales. Vasodilatación+Analgesia.
- EXPONENCIALES 50-70
 - ESTIMULA: la musculatura estriada.
 - CAMPO DE ACCIÓN: trastornos circulatorios sobre todo de origen venoso, facilitando el reflujo sanguíneo y abriendo asimismo la región capilar y precapilar por aumento de presión.



Tema 13

Col·legi Oficial de Fisioterapeutes de la Comunitat Valenciana

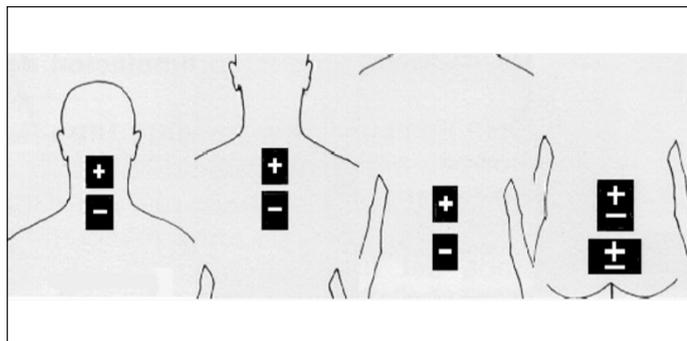
- **SENSACIÓN:** contracciones muy fuertes.
- **INDICACIONES:** en los casos de éxtasis sanguínea por atonía muscular y arterial, y concretamente en los edemas postraumáticos por inactividad.

Técnica de aplicación:

- Bipolar
- Electrodo de tamaño medio
- Aumentar intensidad hasta el nivel necesario.
- Duración 15'-20'
- Si aplicación longitudinal: [+] prox [-] distal

Corriente de Träbert

- Impulsos rectangulares unidireccionales de 2 ms de duración y 5 ms de pausa entre impulsos (142 Hz).
- Produce analgesia por contrairritación, con efecto vasomotor (vasodilatación) y electroforético.
- Técnica de aplicación:
 - Aplicación bipolar:
 - Punto de dolor → ¡contrairritación!
 - Sensación muy fuerte → “límite de lo tolerable”
 - Puede producir “fatiga” muscular
 - Tiempo: 20'-25'
 - Electrodo grande 6 x 8 cm / 8 x 12 cm.
 - I máximo hasta una leve contracción palpable, acomodación, aumentar I 3-4 veces a lo largo de la sesión aproximadamente cada 5-8 min.
 - Träbert describe cuatro posicionamientos típicos de los electrodos:



- **Posición I.**

Se utiliza para el tratamiento de la columna cervical.



Dolor cervical posterior sin irradiación o bien molestias occipitales en la inserción del músculo trapecio.

Dolor cervical con irradiación a MMSS, el (-) se sitúa en la región cervical y el (+) distal sobre el MMSS.

- **Posición II.**

Se utiliza para el tratamiento de la columna dorsal alta.

- **Posición III.**

Se utiliza para el tratamiento de la columna dorsal baja y lumbar alta. En caso de dolor dorsolumbar, el (+) se sitúa proximal a nivel D10 y el (-) distal a nivel de L2.

- **Posición IV.**

Se utiliza para el tratamiento de la columna lumbar y sacra.

Cuando existe dolor irradiado a MMII (ciática), el (-) sobre zona lumbar y el (+) distal sobre el MMII.

Corriente de Leduc

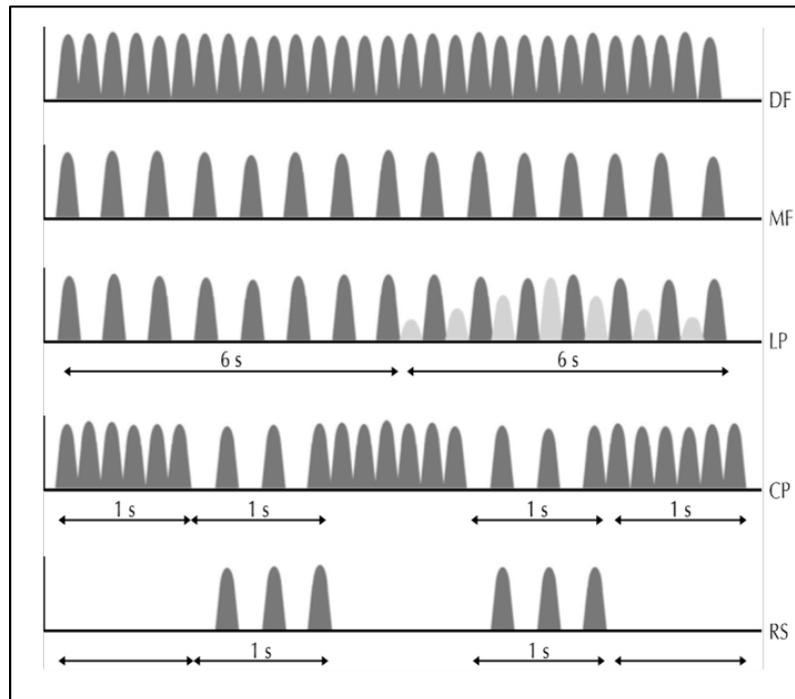
- Impulsos rectangulares unidireccionales de 1 ms de duración y 10 ms de pausa entre impulsos (90 Hz).
- Analgesia por Gate Control, con efecto vasomotor y electroforético (aunque menor que Trabërt).

Diadinámicas (Bernard PA 1950)

- Corrientes de baja frecuencia (50-100 Hz) del tipo sinusoidales, interrumpidas y moduladas en intensidad, frecuencia, duración o varios de estos a la vez.
- Impulso de base de la onda de 10 ms.
- Efecto analgésico.
- Tipos: monofásica, difásica, cortos períodos, cortos períodos inducidos, largos períodos, ritmo sincopada.
 - **MONOFÁSICA (MF)**
 - IMPULSO → 10 ms.
 - PAUSA → 10 ms.
 - FRECUENCIA → 50 Hz.
 - EFECTO → Fuerte vibración con mayor efecto estimulante sobre tejido muscular, activación circulatoria y analgesia. Puede producir eritema.
 - INDICACIONES → Puntos gatillo, dolores no espasmódicos.
 - **DIFÁSICA (DF)**
 - IMPULSO → 10 ms.



- PAUSA → No tiene.
- FRECUENCIA → 100 Hz.
- EFECTO → Fibrilación cosquillosa, hormigueo (temblor). Analgesia (efecto vasodilatador). Potente efecto galvánico.
- INDICACIONES → Con finalidad analgésica y vasodilatación, disfunciones neurovegetativas, problemas espasmódicos circulatorios y dolores de origen simpático.
- CORTOS PERIODOS (CP)
 - Combinación de MF y DF.
 - FORMA DE LA ONDA → 1'' MF + 1'' DF.
 - FRECUENCIA → Entre 50 y 100 Hz.
 - EFECTO → Fuerte vibración seguido de un suave temblor. Analgesia en dolores crónicos y efecto estimulante fuerte de la circulación.
 - INDICACIONES → Analgesia, reabsorción en patología postraumática, herpes zoster, problemas atónicos circulatorios, algias crónicas...
- CORTOS PERIODOS INDUCIDOS (CPI)
 - Aumento de la intensidad en un 10% durante la fase de DF, por lo que es más vigorosa que la anterior. Se rectifica el déficit de sensación que en unos CP el paciente siente en el periodo de DF con respecto al de MF.
- LARGOS PERIODOS (LP)
 - Combinación de MF y DF.
 - FORMA DE LA ONDA → 6 seg M.F + 6 seg. DF.
 - FRECUENCIA → Entre 50 y 100 Hz.
 - EFECTO → Mayor analgesia que la DF.
 - VENTAJA → No se produce acostumbramiento.
 - INDICACIONES → Mialgias, lumbociatalgias.
- RITMO SINCOPIADO (RS)
 - MF modificada.
 - DURACIÓN → 1''.
 - INTÉRVALO → 1''.
 - FRECUENCIA → 50 Hz.
 - EFECTO → Estimulación muscular, NO ANALGESIA.
 - INDICACIONES → Atrofias musculares y zonas afectadas por tejidos adheridos. Esta aplicación ha sido superada en efectividad por las corrientes rectangulares por eso ha caído en desuso.



Técnica de aplicación:

- Intensidad \Rightarrow hasta umbral de sensibilidad.
- Precauciones \Rightarrow las mismas que todas las unidireccionales.
- Tiempo tratamiento. \Rightarrow 10'-15'.
- N° sesiones \Rightarrow máximo de 15.
- PUNTO DOLOROSO:
 - Técnica monopolar: - punto dolor y + 2-3 cm.
 - No invertimos la polaridad.
- TRONCO NERVIOSO
 - Técnica monopolar: + proximal (raíz) y - distal (punto nervio superficial).
 - No invertimos la polaridad.
- APLICACIÓN PARAVERTEBRAL
 - Técnica bipolar en ambos lados de la columna.
 - Inversión de la polaridad cada 3'.
- TRATAMIENTO GANGLIONAR
 - Técnica bipolar; ambos lados del ganglio.
 - No invertimos la polaridad. Electrodo de copa.
- TRATAMIENTO CIRCULATORIO
 - Técnica bipolar: CP 5', + proximal y - distal de forma longitudinal sobre el vaso sanguíneo.
 - No inversión de polaridad. Electrodo de placa.



- TRATAMIENTO TRANSVERSAL / TRANSARTICULAR
 - Técnica bipolar
 - Inversión de polaridad. Electrodo de placa.

TENS (Estimulación eléctrica de los nervios de forma transcutánea)

Administrar estímulos eléctricos desde la piel para que sean transmitidos por los nervios. Por tanto técnicamente cualquier aparato de electroterapia que suministre corriente eléctrica a través de unos electrodos situados sobre la piel es un TENS; no obstante por consenso TENS se usa para aplicaciones analgésicas con determinadas características:

- Impulso de baja frecuencia (1-200 Hz) con una duración de microsegundos
- Impulsos primordialmente rectangulares (monofásicos, bifásicos compensados, no compensados, ...)

Las modalidades de programación más habituales son (Johnson MI, Ashton CH, Bousfield DR, Thompson JW. 1991):

	TENS CONVENCIONAL O TENS ALTA FRECUENCIA	TENS ACUPUNTURA O TENS BAJA FRECUENCIA	TENS BURST (RÁFAGAS)
IMPULSO	40-200 μ s (150 μ s)	200-500 μ s (200 μ s)	1-5 impulsos muy breves cada 1" o 2"
FRECUENCIA	75-150 Hz	1-5 Hz	75 – 150 Hz
INTENSIDAD	Moderada	Elevada	Elevada
SENSACIÓN	Cosquilleo	Contracciones	Vibración intermitente
ANALGESIA	Rápida pero poco duradera (15'-60')	Lenta y duradera	Media
APLICACIÓN ¿Unidireccional o Bidireccional?	U: [-] pto. dolor [+] próximo B: [+] [-] próximos	U: [-] pto. dolor [+] próximo B: [+] [-] próximos	U: [-] pto. dolor [+] próximo B: [+] [-] próximos
TIEMPO	30' - 60'	20'-30'	20' - 30'
INDICACIONES	Lesiones agudas Neuropatías	Lesiones crónicas Hipertonicidad	Combina los efectos del TENS de alta y baja frecuencia



Listado de indicaciones de la técnica TENS basado en estudios publicados con evidencia estadísticamente significativa de resultados positivos:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Artritis reumatoide- Osteoartritis- Dismenorrea- Dolor parto y posparto- Cirugía post-abdominal- Cirugía post-torácica- Lumbalgia- Síndromes de dolor crónico- Procedimientos ginecológicos dolorosos- Dolor miofascial- Síndrome de Sudeck- Dolor de origen central- Latigazo cervical- Hombro doloroso post-ictus- Síndrome hombro-mano- Espasticidad post-ictus- Neuralgia post-herpética- Lesiones medulares- Neuropatías periféricas- Neuralgia del trigémino- Migraña/dolor de cabeza- Dolor plexo braquial | <ul style="list-style-type: none">- Miembro fantasma- Amputaciones- Cirugía ortopédica- Artroplastia total de rodilla- Post-cirugía raquis- Post-cirugía urológica- Post-colecectomía- Hernia inguinal- Post-hemorroidectomía- Post-laparotomía- Cervicalgias- Dolor cráneo-facial- Dolor agudo orofacial- Espondilitis anquilosante- Dolor neuropático- Dolor temporomandibular- Post-actuaciones odontológicas- Post-angor- Fracturas costales- Dolor agudo post-traumático- Artrosis- Epicondilitis |
|--|---|

**Contraindicaciones del TENS:**

- Aplicaciones en área abdominal y pélvica durante el embarazo → puede inducir contracciones uterinas que interrumpen el normal desarrollo fetal (aunque está indicado en parto y post-parto).
- Parte anterior del cuello → puede estimular el nervio vago, frénico, seno carotídeo...
- Aplicaciones transtorácicas.
- Marcapasos → puede inhibir su actividad.

Precauciones con el TENS:

- Implantes electrónicos.
- Irritaciones de la piel.
- Pacientes a los que no se pueda “educar”.
- Anestesia o hipoestesia.
- Estimulación musculatura intercostal: Se tiene constancia de un caso en el que produjo fallo respiratorio en un paciente cardiaco (Mann JC 1996).

Exponenciales excitomotoras

Indicadas en parálisis por lesión del sistema nervioso periférico. El objetivo es evitar/retrasar la atrofia muscular a la espera de regeneración/ reinervación de la lesión nerviosa; actuar de “bomba muscular” que favorezca la circulación y evitar adherencias/fibrosis del tejido colágeno intramuscular.

Modalidades	IMPULSO	PAUSA	INDICACIONES
E-100	100 ms	400 ms	Parálisis recientes (neuroapraxia).
E-200	200 ms	800 ms	Parálisis en proceso de regeneración (axonotmesis).
E-500	500 ms	2000 ms	Parálisis severas o totales (neurotmesis).

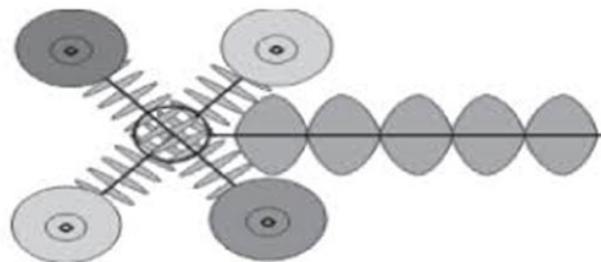
Técnica de aplicación:

- Los electrodos se aplicarán directamente sobre el vientre muscular → el nervio está degenerado.
- Aplicación longitudinal sobre el músculo preferentemente sobre la zona músculo-tendinosa.
- La corriente es unidireccional → la polaridad importa:
 - CÁTODO proximal, ÁNODO: distal.
- Hay que adaptarse a la tolerancia del músculo, teniendo en cuenta la pronta aparición de la fatiga, por tanto la sesión, en general, no supera los 10 minutos. Una sesión diaria.



Media frecuencia

- Corriente alterna sinusoidal con frecuencia entre 1.000 y 100.000 Hz. En fisioterapia utilizamos entre 1.000-10.000 Hz.
- Impedancia menor de la piel a estos estímulos.
- Son corrientes alternas.
- No tienen efectos polares.
- Mayor profundidad.
- Intensidades elevadas.



INTERFERENCIALES:

- Son corrientes variables, ininterrumpidas, alternas y de mediana frecuencia (unos 4000 Hz).
- Se aplican al cuerpo, mediante dos pares de electrodos respectivamente opuestos, es decir, dos circuitos de corrientes independientes entre sí.
- Se aplican con frecuencias que difieren entre 1 y 250 Hz la una de la otra, de tal manera que las trayectorias de las corrientes se crucen en el tejido tratado de forma perpendicular.
- La interferencia de ambas corrientes, origina en el cuerpo otra ondulante en la zona donde se cruzan perpendicularmente AMF. Produciendo un efecto de **baja frecuencia**, de 1 a 250 Hz., cuya acción es terapéutica.
- Criterios para la elección de las frecuencias en interferenciales:

MODALIDAD	EFEECTO	INDICACIONES
0-10 Hz	Excitomotor de musc. estriada.	Atrofia por inmovilización
10-25 Hz	Antiinflamatorio.	Problemas de congestión circulatoria
25-50 Hz	Refuerzo muscular.	Complemento en tratamientos. de fortalecimiento muscular.



50-100 Hz	Analgesia ++	Tratamiento del dolor crónico y subagudo Neuralgias. Dolores articulares.
80-100 Hz	Analgesia +++	Acción sedante y simpático-tónica.
100-160 Hz	Analgesia +++	Tratamiento del dolor agudo de máxima actualidad, indicado en todo tipo de dolores de tipo muscular, insercional y articular de máxima actualidad
0-100 Hz	Cambio rítmico de todos los efectos.	Mejora tono muscul. Acción deplectiva. Patologías edemáticas

- Tiempo: 20'-30'
- Técnica: Bipolar o tetrapolar.
- Evitar acostumbramiento: modulación de la frecuencia.
La acomodación puede evitarse variando la AMF (frecuencia de tratamiento).
Variar Frecuencia. Espectro:
 - 1/1 → procesos subagudos-crónicos
 - 1/30/1/30 → procesos agudos
 - 6/6 → más suave.
- Indicaciones: procesos inflamatorios, dolorosos, contracturas y atrofia muscular, distrofia simpático-refleja, neuralgias y neuritis, radiculopatías, artrosis, desórdenes circulatorios, mialgias, tendinitis, bursitis.
- Contraindicaciones: las de la baja frecuencia.

CORRIENTES DE KOTZ (Estimulación rusa)

- Son corrientes de media frecuencia (2500 Hz frecuencia media).
- Modulación de la frecuencia entre 20 y 100 hz (tónicas y fásicas).
- Utilizaremos 10seg de contracción y 30-40 seg de descanso.
- Modulación de trenes de trabajo y de pausa.
- No tiene efecto galvánico, vence con facilidad la resistencia de la piel y actúa en profundidad.
- Útil en la potenciación muscular, atrofias por desuso y períodos de inmovilización.

Resumen aplicación de baja frecuencia y media frecuencia

- 1) Asegurarse que el aparato funciona correctamente y que el paciente está colocado en una posición cómoda.
- 2) La zona a tratar debe estar al descubierto. No debe presentar rasguños o heridas, pues la corriente tiende a concentrarse en estos puntos que son de menor



- resistencia eléctrica, produciendo quemaduras electrolíticas. Para evitar esto cubriremos la zona con esparadrapo o papel parafinado.
- 3) Si la piel es muy grasienta emplearemos jabón, éter o alcohol para su limpieza. En todo caso la limpieza de la piel nos asegura una menor impedancia en el circuito eléctrico.
 - 4) Los electrodos se escogen de acuerdo con la zona a tratar.
 - 5) Si empleamos electrodos de caucho los introduciremos en una esponja de protección (spontex), mojada que sobresaldrá medio centímetro alrededor de todo el electrodo para evitar así el contacto directo con la piel.
 - 6) Los electrodos deben quedar bien sujetos a la piel y el contacto debe ser uniforme, pues si el contacto es desigual, pueden producirse sensaciones dolorosas por concentración de la corriente.
 - 7) Ponemos el aparato en marcha e iniciamos la sesión con intensidad cero, la subimos muy lentamente hasta el umbral de sensación (efecto terapéutico).
 - 8) Terminada la sesión, disminuirémos la intensidad lentamente hasta cero y luego desconectaremos el aparato. Limpiaremos bien la zona tratada si existiera sudor o restos de gel conductor.

Colocación electrodos:

- Monopolar: los electrodos son de diferente tamaño, el grande, llamado indiferente o inactivo (el positivo normalmente), se coloca en la zona proximal para cerrar el circuito; el pequeño que es el electrodo activo se coloca en la zona distal.
- Bipolar: los electrodos son del mismo tamaño y se utiliza para aplicaciones transversales o longitudinales.
 - *Longitudinal*: Se utiliza para el tratamiento de columna, miembros superiores e inferiores. La corriente recorre longitudinalmente la zona a tratar.
 - *Transversal o transarticular*: La zona de tratamiento está situada entre los dos electrodos.
- Tripolar: se utiliza un solo electrodo para cerrar el circuito y los otros dos serán activos.
- Tetrapolar: se utiliza en corrientes interferenciales y en aplicaciones con dos canales donde se crucen los dos circuitos.

Alta frecuencia

La electroterapia de alta frecuencia puede definirse como el uso terapéutico de oscilaciones electromagnéticas con frecuencias superiores a 300.000 Hz. Las oscilaciones electromagnéticas de frecuencias tan altas no causan despolarización de las fibras nerviosas, pero la energía electromagnética puede convertirse en energía térmica dentro del tejido corporal humano. De esta forma se entiende por alta frecuencia, las corrientes eléctricas variables de frecuencia superior a los 300.000 Hz.



Recordemos:

- Baja y media frecuencia provoca estímulos nerviosos y musculares.
- Alta frecuencia provoca calentamiento en el organismo por movimiento iónico.

Por tanto la finalidad de las aplicaciones de alta frecuencia es generar calor en profundidad (termoterapia profunda). Características físicas:

- Elevada penetrabilidad por ser alta frecuencia (< impedancia: hasta 10 cm. de profundidad).
- Atraviesa sustancias tanto conductoras como si no lo son (dieléctricas).
- Produce efecto térmico en el organismo.

Factores a tener en cuenta en la dosificación de las diferentes técnicas electroterápicas

Para obtener buenos resultados en el tratamiento electroterápico, es necesario que la dosificación y la duración de la aplicación y tratamiento sean adaptadas en cada caso de forma individual en función al paciente y sus características.

Debemos tener en cuenta en el tratamiento con corrientes ya sean de baja, media y alta frecuencia: la intensidad del aparato la cual, en algunos casos viene determinada por la sensación subjetiva del paciente; la duración y frecuencia del tratamiento que dependerá de la patología; los grados de dosificación que van a ser directamente proporcionales a la sensibilidad del paciente.

La dosis es la energía total de cualquier tipo de corriente administrada a un paciente durante un solo tratamiento. Puede ser más alta o más baja, dependiendo del ajuste de intensidad del aparato, la duración del tratamiento y la frecuencia de repetición de los impulsos seleccionada.



BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, M; Meroño, J. Procedimientos generales en fisioterapia. Elsevier, Barcelona, 2012.
- Albornoz, M; Maya, J; Toledo, JV. Electroterapia Práctica. Elsevier, Barcelona 2016.
- Aramburu, C.; Muñoz,E.; Igual,C. Electroterapia, termoterapia e hidroterapia. Ed. Síntesis Madrid. 1998.
- Belloch, V.; Caballé, C.; Zaragoza, R. Fisioterapia. Teoría y técnica. Editorial Ecir Valencia 1970.
- Cameron M. Agentes físicos en rehabilitación: de la investigación a la práctica. 1ªed. Amsterdam. Elsevier. 2009.
- Maya, J; Albornoz, M. Estimulación eléctrica transcutánea y neuromuscular, Elsevier, Barcelona. 2007
- Rioja, J. Electroterapia y electrodiagnóstico. Universidad de Valladolid. Valladolid, 1993
- Rodríguez, J.M. Electroterapia en fisioterapia Ed. Médica Panamericana. Madrid 2004.
- Plaja, J. Analgesia por medios físicos. *McGraw-Hill Interamericana. Madrid 2003.*
- *Plaja, J.* Guía Práctica de Electroterapia. Electromedicarín 1999, Barcelona.
- Watson T, López Collado E. Electroterapia: práctica basada en la evidencia. 1ª ed. Amsterdam. Elsevier. 2009.