



Academia de Eletrotermofototerapia

Universidade São Judas Tadeu

Dra Maria Cristina Balejo Piedade

1. Alta Frequência: ondas-curtas, micro-ondas, ultrassom, infravermelho, LASER, ultravioleta

1.1 Diatermia por Ondas-curtas

Tipo de ondas-curtas	Capacitivo e Indutivo
Frequência	27,12MHz
Modo de emissão	Contínuo e Pulsado
Efeito terapêutico	Térmico e não térmico profundo
Modo de produção de calor	Passagem de ondas eletromagnéticas pelos tecidos → movimentação iônica, rotação de dipolos e distorção molecular → calor
Dose	I a IV
Tempo de aplicação	10 a 30 minutos
Tecidos preferencialmente aquecidos	Capacitivo: baixa constante dielétrica e alta resistência (tecidos ósseo e adiposo) Indutivo: alta constante dielétrica e baixa resistência (tecidos muscular e sanguíneo)
Eletrodo	Placa rígida (Schliephake) e placa flexível
Técnica de aplicação	Transversal (direta e indireta), longitudinal e co-planar
Frequência do tratamento	2 a 3 x / semana



1.2 Diatermia por Micro-ondas

Tipo de micro-ondas	2450MHz e 915MHz
Modo de emissão	Contínuo e Pulsado
Efeito terapêutico	Térmico e não térmico profundo
Modo de produção de calor	Passagem de ondas eletromagnéticas pelos tecidos → movimentação iônica, rotação de dipolos e distorção molecular → calor
Dose	I a IV
Tempo de aplicação	10 a 30 minutos
Tecidos preferencialmente aquecidos	Alta constante dielétrica e baixa resistência (tecidos muscular e sanguíneo), porém ele aquece da periferia para a profundidade, logo promove alta carga termal no tecido adiposo
Eletrodo	Cabeçote único
Técnica de aplicação	Lei do co-seno e do inverso quadrado
Distância eletrodo-pele	Área pequena: 2 a 3 cm Área maior: 5cm
Frequência do tratamento	2 a 3 x / semana



1.3 Ultrassom

Efeito terapêutico	Térmico e não térmico
Modo de produção de calor	Passagem da radiação ultrassônica pelos tecidos → vibração e colisão molecular → calor
Efeitos não térmicos	Cavitação estável, microfluxo acústico, micromassagem
Tecidos que preferencialmente absorvem a radiação ultrassônica	Tecidos ricos em colágeno: ligamento, tendão, fáscia, cápsula articular, cicatriz.
Frequência	1MHZ (profundo) 3MHz (superficial)
Modo de emissão	Inflamação aguda: 10% ou 20% Inflamação sub-aguda: 20% ou 50% Inflamação crônica: 50% ou contínuo
Intensidade	Inflamação aguda: 0,1 a 0,3 W/cm ² Inflamação sub-aguda: 0,2 a 0,5 W/cm ² Inflamação crônica: 0,3 a 0,8 W/cm ²
Tempo de aplicação	1 minuto/ cm ² Se a lesão for menor que a área do cabeçote aplicar por 3 a 5' Não ultrapassar 15'
Meio de acoplamento	Gel ou água
Técnica de aplicação	Estacionária ou movimentação circular (direto sobre a pele; através de uma bolsa de gel ou água, sub-aquático),
Frequência do tratamento	2 a 3 x / semana



“Half Value Depth”: representa a profundidade nos tecidos na qual **metade** da energia ultra-sônica aplicada na superfície estará disponível. Haverá diferença para cada tipo de tecido e para cada frequência.

Depth (cm)	3 MHz	1 MHz
2	50%	
4	25%	50%
6		
8		25%

Tabela indicando o quanto de intensidade que se deve aplicar na superfície para que se tenha a intensidade desejada no tecido alvo a uma certa profundidade, usando um ultra-som de 3MHz.

3MHz Ultrasound

1/2 value depth = 2.5cm

Intensity required at the lesion (W/cm ²)	Depth of Lesion (cm)				
	0.5	1	2	3	4
1	1.20	1.40	1.80	2.20	2.60
0.9	1.08	1.26	1.62	1.98	2.34
0.8	0.96	1.12	1.44	1.76	2.08
0.7	0.84	0.98	1.26	1.54	1.82
0.6	0.72	0.84	1.08	1.32	1.56
0.5	0.60	0.70	0.90	1.10	1.30
0.4	0.48	0.56	0.72	0.88	1.04
0.3	0.36	0.42	0.54	0.66	0.78
0.2	0.24	0.28	0.36	0.44	0.52
0.1	0.12	0.14	0.18	0.22	0.26

Tabela indicando o quanto de intensidade que se deve aplicar na superfície para que se tenha a intensidade desejada no tecido alvo a uma certa profundidade, usando um ultra-som de 1MHz..

1MHz Ultrasound

1/2 value depth = 4cm

Intensity required at the lesion (W/cm ²)	Depth of Lesion (cm)						
	0.5	1	2	3	4	5	6
1	1.13	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
0.9	1.01	1.13	1.35	1.58	1.80	2.03	2.25
0.8	0.90	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.7	0.79	0.88	1.05	1.23	1.40	1.58	1.75
0.6	0.68	0.75	0.90	1.05	1.20	1.35	1.50
0.5	0.56	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
0.4	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
0.3	0.34	0.38	0.45	0.53	0.60	0.68	0.75
0.2	0.23	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0.1	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25



1.4 Infravermelho

Comprimento de onda	770nm
Efeito terapêutico	Térmico superficial: 3mm
Modo de transferência de calor	Irradiação
Dose	II a IV
Tempo de aplicação	10 a 30 minutos
Tecidos preferencialmente aquecidos	Superficiais
Técnica de aplicação	Aplicar a lei do co-seno e do inverso quadrado no posicionamento da lâmpada
Distância eletrodo-pele	Aproximadamente 60cm
Frequência do tratamento	2 a 3 x / semana



1.5 LASER

Tipos de LASER (Baixa Potência: < 60mW)	Hélio neônio (HeNe) Diodo
Comprimento de onda	HeNe: 632,8nm Diodo: variável
Efeito terapêutico	Não térmico (analgesia e reparo tecidual)
Propriedades do LASER	Coerência (espacial e temporal), não divergência e monocromaticidade
Dose Janela terapêutica: ± entre 2 e 12 J/cm²	<u>Inflamação</u> : dose alta, 50 a 100% maior que aquela usada para reparo <u>Reparo tecidual</u> : dose baixa <u>Analgesia</u> : dose ainda mais alta, 100% maior que aquela usada para a inflamação
Técnica de aplicação	<u>Pontual</u> : pontos de acupuntura, pontos de dor, ponto gatilho / em tela contínua ou seletiva e ao redor da ferida <u>Varredura</u> <u>Lente divergente</u>
Distância caneta-pele	Com contato: pele íntegra Sem contato: feridas abertas ou lente divergente
Cuidados	Proteger os olhos, fazer a degermação da pele, infecção
Frequência de tratamento X dose	Lesões agudas : maior frequência de tratamento e doses baixas. Lesões crônicas : menor frequência de tratamento e doses altas.

Laser - Dosimetria

Energia Radiante (Q) em J	$Q = F \times T$ (onde T é o tempo em segundos)
Potência Radiante (F) em mW	$F = Q / T$ (onde T é o tempo em segundos)
Tamanho da Área do Feixe (Beam Spot Size - BSS) (A) em cm²	Dado pelo fabricante
Densidade de Potência ou Irradiância (Ee) em W/cm²	$Ee = F / A$
Densidade de Energia ou Fluência (H) em J/cm²	$H = Ee \times T$ (onde T é o tempo em segundos)
Tipo de laser	HeNe ou Diodo
Comprimento de onda	Variável
Técnica de aplicação	Pontual, Varredura, Lente divergente (distância caneta-pele)
Número de pontos (se for pontual)	Calculado de acordo com a área da lesão
Tempo total de tratamento	Depende da área e do número de pontos aplicados
Frequência do tratamento	Depende do tipo de lesão



1.6 Ultravioleta

Comprimento de onda	100 a 400 nm
Tipo de UV	UVA, UVB e UVC
Efeito terapêutico	Químico superficial: 1mm (não térmico)
Dose	Dosagem eritemal mínima
Técnica de aplicação	Aplicar a lei do co-seno e do inverso quadrado no posicionamento da lâmpada
Distância eletrodo-pele	Aproximadamente 60cm
Frequência do tratamento	Uso diário ou em dias alternados
Algumas indicações	Psoríase, acne, eczema, úlceras, vitiligo, deficiência de vitamina D

Tipo de Radiação	Comprimento de onda	Principais efeitos fisiológicos	Outras denominações	Associação
UVA	400 a 320 nm	Espessamento e pigmentação da pele (reação de proteção)	UV longo ou luz negra	Melanoma
UVB	320 a 290 nm	Espessamento e pigmentação da pele (reação de proteção) Produção de vit. D	UV médio ou UV eritematoso	Queimadura de sol e envelhecimento precoce da pele
UVC	290 a 180 nm	Eritema tardio: (facilitar reparo tecidual) Efeito bactericida Produção de vit. D	UV curto ou UV germicida	Efeito bactericida. É a que menos causa pigmentação ou lesões na pele



2. Crioterapia

Técnicas de aplicação	Gelo compressão elevação, criomassagem, imersão em água fria, spray, criocinética, crioalongamento
Temperatura	Variável, normalmente entre 10 a 15° C
Sensação do paciente	Frio, queimação, dor, anestesia (normalmente dentro de 5')
Tempo de tratamento	Variável, normalmente entre 10 a 30 minutos
Efeitos fisiológicos	Vascular (vc) Metabólico (diminuição do metabolismo) Neuromuscular (diminuição do <i>input</i> sensorial) Tecido conjuntivo (rigidez)
Algumas indicações	Inflamação (dor, edema), contratura muscular, espasticidade
Frequência do tratamento	1 a 3 x /dia Uso diário



3. Baixa frequência: estimulação elétrica neuromuscular (EENM), iontoforese, TENS, eletrodiagnóstico

3.1.1 EENM: Alongamento Muscular

Parâmetro Fundamental: colocar o músculo em posição adequada de alongamento e manter por no mínimo um minuto.

Indicação: quando se deseja aumentar a carga do alongamento nas porções não contráteis da unidade musculotendínea. Por exemplo: tecido cicatricial em fase de remodelamento.

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Suficiente para deslocar o segmento
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s
Frequência	20 a 80 Hz
Ciclo útil	Estimulação contínua (sem <i>TON:TOFF</i>)
Forma de tratamento	EENM associada ao alongamento da unidade músculo-tendínea
Número de aplicações por sessão	3 a 5 aplicações de um minuto cada
Frequência do tratamento	2 a 5 x / semana
Duração do tratamento	Até que o alongamento desejado seja alcançado



3.1.2 EENM: Drenagem de Edema

Parâmetro Fundamental: qualidade da contração (estimular os músculos relacionados à área edemaciada adequadamente).

Indicação: pós-operatórios em geral, linfedema, dentre outros.

Protocolo de contração tetânica

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	20 a 60% da contração isométrica voluntária máxima
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s
Frequência	20 a 80 Hz
Ciclo útil	TON:TOFF de 1:1 ou 1:2 Rampa para conforto
Músculos estimulados	Principalmente os grandes grupos musculares proximais ao edema (agonistas e/ou antagonistas)
Frequência do tratamento	1 ou 2 x dia 3 a 5 x / semana
Tempo da sessão e duração do tratamento	15 a 30 minutos/sessão, por 1 ou 2 semanas ou até que o edema seja reduzido
Importante associar	Elevação do membro e abertura manual dos linfonodos

Protocolo de contração trêmula

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	20 a 40% da contração isométrica voluntária máxima
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s
Frequência	< 20Hz
Ciclo útil	Estimulação contínua ou TON:TOFF de 1:1 ou 1:2 Rampa para conforto
Músculos estimulados	Principalmente os grandes grupos musculares proximais ao edema (agonistas e/ou antagonistas)
Frequência do tratamento	1 ou 2 x / dia 3 a 5 x / semana
Tempo da sessão e duração do tratamento	15 a 30 minutos/sessão, por 1 ou 2 semanas ou até que o edema seja reduzido
Importante associar	Elevação do membro e abertura manual dos linfonodos



3.1.3 EENM: Ganho de Força Muscular

Parâmetro Fundamental: qualidade da contração (60% da contração isométrica voluntária máxima)

Indicação: pós-operatórios em geral, atrofia por desuso, lesões músculo-esqueléticas crônicas, dermatofuncional

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	60% da contração isométrica voluntária máxima
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s (400 μ s)
Frequência	20 a 80 Hz
Ciclo útil	TON:TOFF de 1:2 (Ex.: 4:8" / 5:10") Rampa para conforto
Tipo de contração	Isométrica
Frequência do tratamento	1 x / dia 3 a 5 x / semana
Número de contrações por sessão	No mínimo 10 contrações
Duração do tratamento	No mínimo 2 semanas

Observação: Para direcionar o ganho de força muscular às fibras I ou II, vide tabela abaixo:

	Fibras do tipo I (Tônicas)	Fibras do tipo II (Fásicas)
Tempo de pulso	Largo	Estreito
Frequência	35Hz	80Hz
Intensidade	Motora submáxima	Motora máxima
Ciclo útil	TON:TOFF de 1:2 (Ex.: 10:20")	TON:TOFF de 1:2 (Ex.: 6:12")
Número de contrações	50	30



3.1.4 EENM: Ganho de Resistência Muscular

Parâmetro Fundamental: duração do tratamento (30 a 60' de estimulação efetiva (*TON*) diária)

Indicação: pós-operatórios em geral, desuso, lesões músculo-esqueléticas crônicas, preparação para o uso da estimulação elétrica funcional (FES)

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Nível motor (submáxima)
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s (400 μ s)
Frequência	20 a 80 Hz (pode aumentar a frequência com a progressão do tratamento)
Ciclo útil	Inicia com o <i>TON</i> menor que o <i>TOFF</i> , e progride aumentando o <i>TON</i> e diminuindo o <i>TOFF</i> até inverter essa relação (Ex.: 4:12" – 12:4") Rampa para conforto
Importante	Alcançar no mínimo 30 minutos de estimulação efetiva (<i>TON</i>) diária
Frequência do tratamento	1 x / dia Sessões diárias
Tempo da sessão e duração do tratamento	Pelo menos 30' a 60' de contração estimulada por dia, em geral por 2 semanas ou mais



3.1.5 EENM: Diminuição Temporária da Espasticidade

Parâmetro Fundamental: duração do tratamento (como a redução da espasticidade promovida pela EENM é temporária, para que esse efeito seja mais aproveitado ele deve ser produzido logo antes dos outros procedimentos terapêuticos).

Indicação: doença encefálica vascular (DEV), lesão medular, esclerose múltipla, traumatismo crânio-encefálico, paralisia cerebral.

Protocolo para estimulação dos músculos antagonistas aos espásticos

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Suficiente para deslocar o segmento no arco máximo de ADM (confortável)
Tempo de pulso	700 a 1000 μ s
Frequência	20 a 100 Hz
Ciclo útil	TON:TOFF de 1:2 ou 1:3 Rampa para evitar o reflexo de estiramento
Tempo de tratamento	10 a 45 minutos
Músculos estimulados	Antagonistas aos músculos espásticos
Auxílio do terapeuta	Terapeuta pode auxiliar progressivamente ao relaxamento do músculo espástico, alongando-o
Frequência do tratamento	2 a 5 x / semana
Vantagens associadas	Relaxamento e alongamento dos músculos espásticos, aumento da força dos músculos antagonistas aos espásticos, aumento da ADM, redução do edema e melhora da função.
Duração do efeito	De 10 minutos a várias horas

Protocolo para estimulação dos músculos espásticos

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Nível motor alta (máxima tolerada pelo paciente)
Tempo de pulso	700 a 1000 μ s
Frequência	50 a 100 Hz
Ciclo útil	Estimulação contínua com breves intervalos para descanso ou TON:TOFF de 1:1 / 2:1 / 3:1 Rampa para conforto
Tempo de tratamento	10 a 45 minutos
Músculos estimulados	Músculos espásticos
Auxílio do terapeuta	Terapeuta mantém a articulação envolvida em posição neutra para não sobrecarregar as estruturas cápsulo-ligamentares
Frequência do tratamento	2 a 5 x / semana
Desvantagem	O músculo estimulado é induzido à fadiga
Duração do efeito	De 10 minutos a várias horas

3.1.6 EENM: Estimulação Elétrica Funcional (FES)

Parâmetro Fundamental: qualidade da contração (é fundamental a estimulação correta dos músculos envolvidos com a função que se deseja restaurar. Além da necessidade de se fazer um ganho de resistência muscular prévio ao uso da FES); duração de tratamento (como a FES irá substituir o uso de uma órtese convencional, ela será usada até que o indivíduo recupere a função perdida).

Indicação: doença encefálica vascular, escoliose idiopática juvenil, dentre outras.

DEV (Pé Equino)

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Nível motor, o suficiente para promover uma dorsiflexão funcional para a marcha
Tempo de pulso	200 a 400 μ s
Frequência	25 a 35 Hz
Ciclo útil	Automático de acordo com as fases da marcha através de um dispositivo colocado dentro do sapato, sob o calcanhar. O <i>TON</i> é acionado quando a pressão é liberada do dispositivo e o <i>TOFF</i> quando é colocada pressão no mesmo
Músculos estimulados	Dorsiflexores
Importante	Realizar um trabalho de resistência muscular com os dorsiflexores prévio ao uso social da FES
Frequência e tempo de uso	Diária, durante a marcha domiciliar e comunitária
Até quando usar	Interromper o uso assim que o paciente for capaz de realizar a dorsiflexão para a marcha ativamente

DEV (Sub-luxação de ombro)

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Nível motor, suficiente para reduzir a sub-luxação
Tempo de pulso	200 a 400 μ s
Frequência	25 a 35 Hz
Ciclo útil	Pode-se iniciar com diversas relações de <i>TON:TOFF</i> de 1:4 / 1:3 / 1:2 (6:24" / 6:18" / 6:12") promovendo uma inversão progressiva dessa relação, até que se passe mais tempo em <i>TON</i> que em <i>TOFF</i> . Rampa de subida para conforto e de descida para evitar um relaxamento abrupto dos músculos estimulados o que levaria a uma sub-luxação repentina
Músculos estimulados	Deltóide e Supra-espinhoso
Importante	Fazer um trabalho clínico paralelo ao uso domiciliar para acelerar o ganho de resistência muscular
Frequência e tempo de uso	Uso diário, iniciando com 30 a 60', com relação <i>TON:TOFF</i> baixa (1:4). Evoluir com inversão da relação <i>TON:TOFF</i> e com aumento do tempo de uso até que se alcance 7 a 8 horas diárias com <i>TON > TOFF</i>
Até quando usar	Interromper o uso assim que o paciente for capaz de manter o úmero coaptado na glenóide ativamente



Escoliose idiopática juvenil

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Intensidade	Nível motor, o suficiente para corrigir a escoliose o máximo possível (confortável)
Tempo de pulso	200 a 400 μ s
Frequência	25 a 35 Hz
Ciclo útil	Pode-se usar diversas relações de <i>TON:TOFF</i> de 1:4 / 1:3 / 1:2 / 1:1 (6:24" / 6:18" / 6:12" / 6:6") podendo até haver inversão dessa relação (depende do grau de resistência muscular prévio e adquirido) Rampa para conforto
Músculos estimulados	Paravertebrais do lado da convexidade da curva
Importante	Fazer um trabalho clínico paralelo ao uso domiciliar para acelerar o ganho de resistência muscular
Frequência de uso	Uso diário, iniciando com 30 a 60', com relação <i>TON:TOFF</i> baixa (1:4). Evoluir com inversão da relação <i>TON:TOFF</i> e/ou aumentando o tempo de uso até que se alcance 8 horas diárias de estimulação
Até quando usar	Até a correção da escoliose



3.1.7 EENM: Reparo Tecidual

Parâmetro Fundamental: depende do tipo e estágio da lesão e do mecanismo de ação que se deseja dar ênfase (controle do edema, aumento do suprimento vascular, ação na “corrente de lesão”, ação na liberação de neurotransmissores)

Indicação: Condições patológicas que comprometem a circulação arterial periférica, tais como, úlceras de decúbito, polineuropatia e úlcera diabética, doença de Raynaud, distrofia simpático reflexa, além de lesões pós-traumáticas e pós-operatórias.

Corrente Polarizada

Tipo de corrente	Contínua
Intensidade	0,1 a 1,0 mA/cm ²
Eletrodo ativo	Primeiros 3 dias: (Ativo): cátodo próximo à ferida Após esses 3 dias: (Ativo): ânodo próximo à ferida
Importante	Tendo o cátodo efeito bactericida, o ânodo só deve ser o eletrodo ativo se a ferida não estiver infectada.
Eletrodo passivo	25 a 46 cm de distância da lesão
Frequência e tempo de tratamento	1 a 2 x /dia 3 a 5 x / semana 20 a 30 minutos de tratamento (intervalo de 6 horas)
Duração do tratamento	Até o fechamento da ferida

Corrente Apolar (nível sensorial)

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Tempo de pulso	20 a 1000 µs
Frequência	100Hz
Intensidade	Nível sensorial (formigamento forte)
Colocação dos eletrodos (sensibilidade normal)	Um proximal e outro distalmente à ferida, próximos à borda
Colocação dos eletrodos (sensibilidade alterada)	Eletrodos colocados proximalmente à ferida em uma região onde a sensibilidade estiver normal
Frequência e tempo de tratamento	1 a 2 x /dia 3 a 5 x / semana 20 a 30 minutos de tratamento (intervalo de 6 horas)
Duração do tratamento	Até o fechamento da ferida



Corrente Apolar (nível motor)

Tipo de corrente	Pulsada bifásica ou alternada modulada
Tempo de pulso	200 a 1000 μ s
Frequência	50Hz (contração tetânica) ou 10Hz (contração trêmula)
Intensidade	Nível motor (contrações de 10 a 30% da contração voluntária máxima)
Colocação dos eletrodos	Ponto motor de músculos proximais à área da lesão
Ciclo útil	<i>TON:TOFF</i> de 1:1 ou 1:2
Frequência e tempo de tratamento	1 a 2 x / dia 3 a 5 x / semana 20 a 30 minutos de tratamento (intervalo de 6 horas)
Duração do tratamento	Até o reparo da lesão
Importante associar	Se houver edema: elevação do membro e abertura manual dos linfonodos Associar contrações voluntárias se não houver contra-indicação



3.2 Iontoforese

Parâmetro Fundamental: corrente e polaridade do medicamento (é necessário o uso de uma corrente polarizada para que haja a repulsão eletrostática e o íon medicamentoso deve ser colocado sob o eletrodo de mesma polaridade para ser iontoforizado).

Indicação: vide folha anexa (cópia dos medicamentos testados e aprovados pela *Food and Drug Administration (FDA)*, que têm sido utilizados na prática clínica)

Tipo de corrente	Contínua
Intensidade	0,01 a 10 mA
Tempo de tratamento	5' a várias horas
Densidade de corrente	Cátodo (ativo): 0,5 mA/cm ² Ânodo (ativo): 1,0 mA/cm ²
Tipo e tamanho dos eletrodos	Metal associado a outro meio condutor homogêneo. O cátodo deve ter 2x o tamanho do ânodo
Distância entre os eletrodos	46 cm
Concentração do medicamento	Pequena. Se basear na Lei de Faraday: $QF = \frac{PM \cdot i \cdot t}{V \cdot 96500 (*)}$
Duração do tratamento	Até que o objetivo seja atingido

(*)

QF = concentração do íon em miligramas/ml

PM = peso molecular ou equivalência eletroquímica

i = intensidade (mA)

t = tempo de tratamento (seg.)

V = valência do íon ou molécula

96500 = constante de Faraday



Medicamentos primários testados e aprovados pela *Food and Drug Administration (FDA)*, administrados pela iontoforese

Medicamento	Indicação principal	Fundamentação	Iontoforese
Ácido acético	Tendinite calcificante, miosite ossificante	Aumento da solubilidade dos depósitos de cálcio nos tendões e em outros tecidos moles	Solução aquosa a 2-5% a partir do pólo negativo
Cloreto de cálcio	Espasmos musculares	O cálcio estabiliza as membranas excitáveis, parece diminuir o limiar de excitabilidade nos nervos periféricos e no músculo esquelético	Solução aquosa a 2% a partir do pólo positivo
Dexametasona	Inflamação	Agente anti-inflamatório esteroideal sintético	4mg/ml em solução aquosa a partir do pólo negativo
Iodo	Capsulite adesiva e outras adesões do tecido mole, infecções microbianas	O iodo é um antibiótico de amplo espectro, daí seu uso em infecções, as ações escleróticas do iodo não estão completamente entendidas	Solução a 5-10% ou pomada a partir do pólo negativo
Lidocaína	Dor e inflamação do tecido mole (p. ex.: bursite, tenossinovite)	Os efeitos anestésicos locais produzem analgesia transitória	Solução a 4-5% ou pomada a partir do pólo positivo
Sulfato de magnésio	Espasmos musculares, miosite	Diminuição da excitabilidade da membrana muscular e da transmissão na junção neuromuscular	Solução aquosa a 2% ou pomada a partir do pólo positivo
Hialuronidase	Edema local (estágio subagudo e crônico)	Aumento da permeabilidade no tecido conjuntivo hidrolizando o ácido hialurônico, diminuindo assim a encapsulação e permitindo a dispersão do edema local	Reconstituir com 0,9% de cloreto de sódio para fornecer uma solução de 150 (mg/ml a partir do pólo positivo)
Salicilatos	Dor muscular e articular em condições agudas e crônicas (p. ex.: lesões por uso excessivo, artrite reumatóide)	Efeito analgésico e anti-inflamatório (tipo aspirina)	10% de pomada de salicilato de trolamina ou 2-3% de solução de salicilato de sódio a partir do pólo negativo
Óxido de zinco	Úlceras de pele, outras doenças dermatológicas	Age como um antisséptico geral, pode aumentar a cicatrização do tecido	20% de pomada a partir do pólo positivo



3.3 TENS (Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea)

Parâmetro Fundamental: parâmetros de estimulação e colocação dos eletrodos (protocolo e colocação dos eletrodos individuais para cada caso)

Indicação: afecções dolorosas e reparo tecidual

Parâmetros	TENS Convencional	TENS Acupuntura	TENS em Burst	TENS Breve Intenso
Corrente	Pulsada bifásica	Pulsada bifásica	Pulsada bifásica	Pulsada bifásica
Tempo de pulso	45 a 75 μ s	150 μ s	150 μ s	150 a 250 μ s
Frequência	100 a 150 Hz	2 a 16 Hz	100Hz liberados em 2 burst / seg	100 a 250 Hz
Intensidade	Baixa (nível sensorial)	Alta (nível motor)	Alta (nível motor)	Alta, limite do tolerável (nível motor)
Tempo de tratamento	Várias horas	No mínimo 30 minutos	Entre o convencional e o acupuntura	Geralmente 15 minutos
Princípio da analgesia	Analgesia momentânea (durante aplicação)	Analgesia duradoura	Analgesia Intermediária	Analgesia rápida e momentânea
Indicações	Pós-operatório, dores agudas, (uso domiciliar e hospitalar)	Dores crônicas (uso domiciliar intermitente)	Dores associadas ao espasmo muscular	Para procedimentos dolorosos na clínica ou hospital
Duração da analgesia	10 minutos a 2 horas	2 a 6 horas	Entre o convencional e o acupuntura	Pequena (somente durante a aplicação)
Mecanismo de ação	Teoria da comporta medular	Estimulação talâmica com liberação de endorfinas	Teoria da comporta medular e liberação de endorfinas	Sistema inibitório nócico difuso



3.4 Eletrodiagnóstico

Objetivo:

Diagnóstico e prognóstico das lesões nervosas periféricas
Fornecer os parâmetros de tratamento

Provas Qualitativas:

Parâmetros	Corrente I	Corrente II
Tipo de corrente	Pulsada monofásica (qualquer forma de pulso)	Pulsada monofásica retangular
Tempo de pulso	$\leq 1\text{ms}$	$\geq 100 \leq 1000\text{ms}$
Frequência	20 a 80 Hz	Baixa
Tempo de repouso	Depende do tempo de pulso e da frequência	2000ms
TON e TOFF	0,5'' cada	não tem
Resposta normal	Contração lisa e tetânica	Contração brusca de fibras individuais

Reações possíveis de serem observadas

Reação de degeneração	Músculo não contrai independente da intensidade
Reação vermiforme	Músculo apresenta contração trêmula
Reação de contração lenta	Músculo contrai e relaxa lentamente
Reação miastênica	Após 5 ciclos de contração o músculo fadiga
Reação miotônica	Músculo continua contraído no <i>TOFF</i>

Estado de inervação

	Corrente I	Corrente II
Íntegra	Contração lisa e tetânica	Contração brusca de fibras individuais
Degeneração parcial	Contração trêmula	Contração brusca de fibras individuais
Degeneração total	X	Contração e relaxamento lentos
Degeneração absoluta	X	X

Provas Quantitativas

Prova da Excitabilidade Neuromuscular (Corrente I)

Excitabilidade Neuromuscular	Normal	Acometido
Normoexcitabilidade	2,0mA	2,0mA
Hiperexcitabilidade	2,0mA	1,0mA
Hipoexcitabilidade	2,0mA	5,0mA
Anexcitabilidade	2,0mA	X

Reobase, Cronaxia e Acomodação

Parâmetros	Reobase	Cronaxia	Acomodação
Tipo de Corrente	Pulsada monofásica retangular	Pulsada monofásica retangular	Pulsada monofásica triangular
Tempo de pulso	1000ms	? ms	1000ms
Tempo de repouso	2000ms	2000ms	2000ms
Intensidade	? mA	2x reobase	? mA

Quociente de Acomodação: $\alpha = \frac{Ac}{Reobase}$

Gráfico i/T Retangular

Corrente: Pulsada monofásica retangular, Tempo de repouso = 2000ms

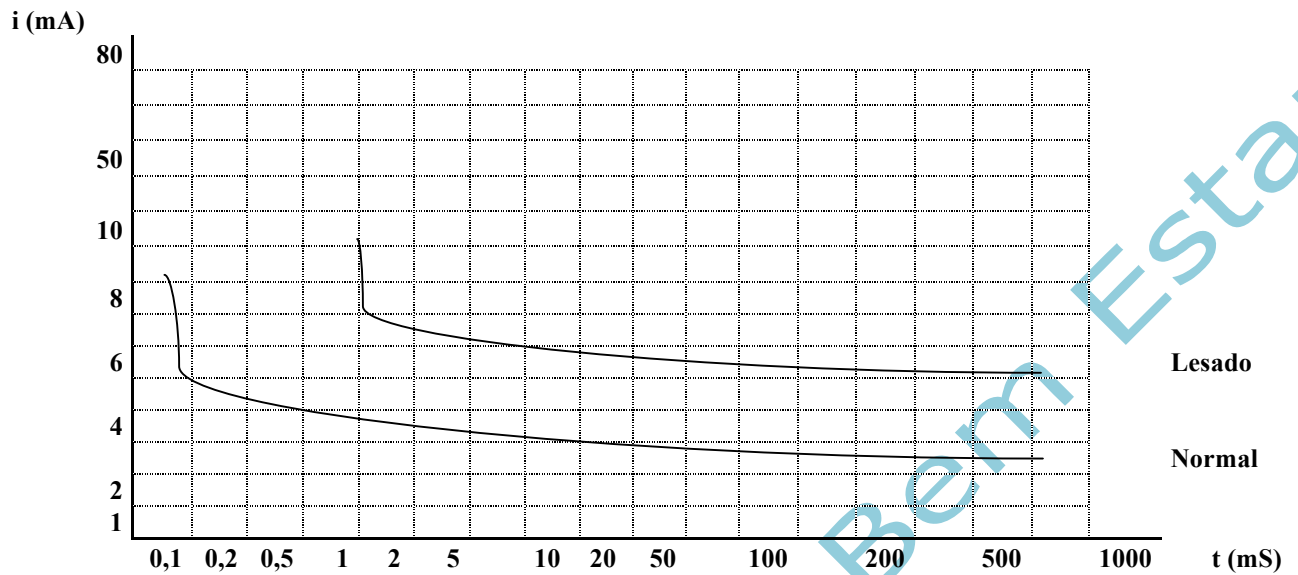
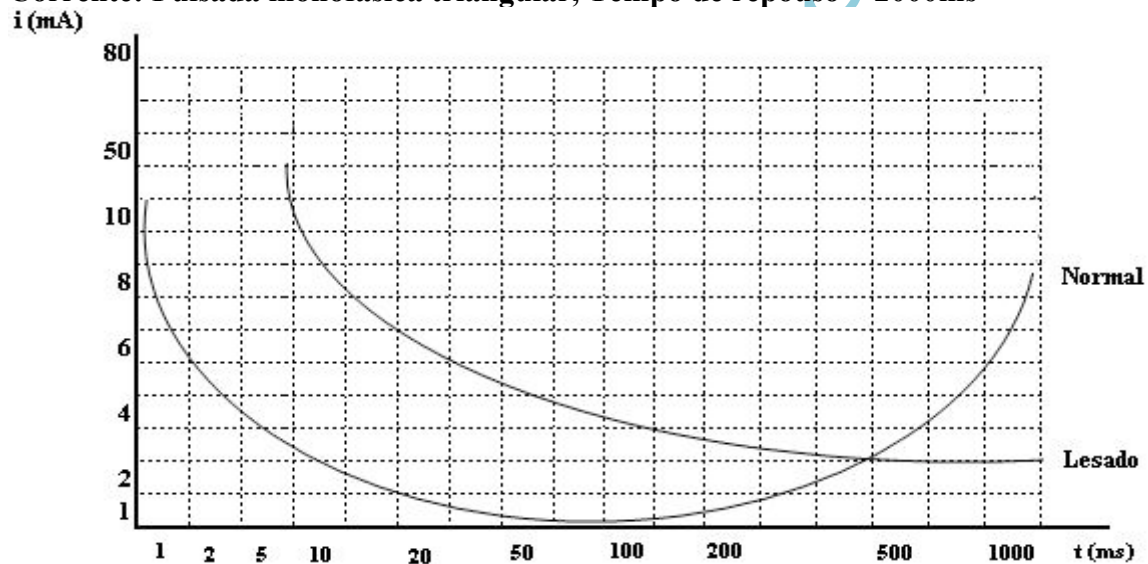


Gráfico i/T Triangular

Corrente: Pulsada monofásica triangular, Tempo de repouso = 2000ms





Tipo de corrente	
Intensidade	
Tempo de pulso	
Ciclo útil	<i>1TON:2TOFF</i> (Ex.: 3:6 / 4:8 / 5:10) Rampa para conforto
Tipo de contração	Normalmente isotônica
Frequência do tratamento	1 x / dia 3 a 5 x / semana
Número de contrações por sessão	No mínimo 10 contrações
Duração do tratamento	Até que o paciente recupere o máximo de força muscular ativa resistida possível para cada caso



Referência bibliográfica:

Chukuka S. Enwemeka. Intricacies of Dose in Laser Phototherapy for Tissue Repair and Pain Relief. Photomedicine and Laser Surgery Volume 27, Number 3, 2009

Crioterapia no tratamento das Lesões Esportivas

Au: Kenneth L. Knight

Ed: Manole

Electrotherapy in Rehabilitation

Au: Meryl Roth Gersh

Ed: F. A. Davis

Eletrofisiologia Clínica – Eletroterapia e Teste Eletrofisiológico

Au: Andrew J. Robinson e Lynn Snyder-Mackler

Ed: Artmed Editora S/A

Eletroterapia Clínica

Au: Roger M. Nelson & Karen W. Hayes & Dean P. Currier

Ed: Manole

Eletroterapia de Clayton

Au: Sheila Kitchen e Sarah Bazin

Ed: Manole

Eletroterapia Explicada

Princípios e Prática

Au: John Low e Ann Reed

Ed: Manole

Hoogland R. Ultrasound therapy.

Delft: Manufacturer of Enraf Nonius Equipment, 1986

Neuromuscular Electrical Stimulation

A Practical Guide

Au: Lucinda Baker et al

Principles and Practice of Electrotherapy

Au: Joseph Kahn

Ed: Churchill Livingstone

Thermal Agents in Rehabilitation

Au: Susan L. Michlovitz

Ed: F. A. Davis

Tim Watson. School of Health & Emergency Professions

University of Hertfordshire UK (in www.electrotherapy.org)